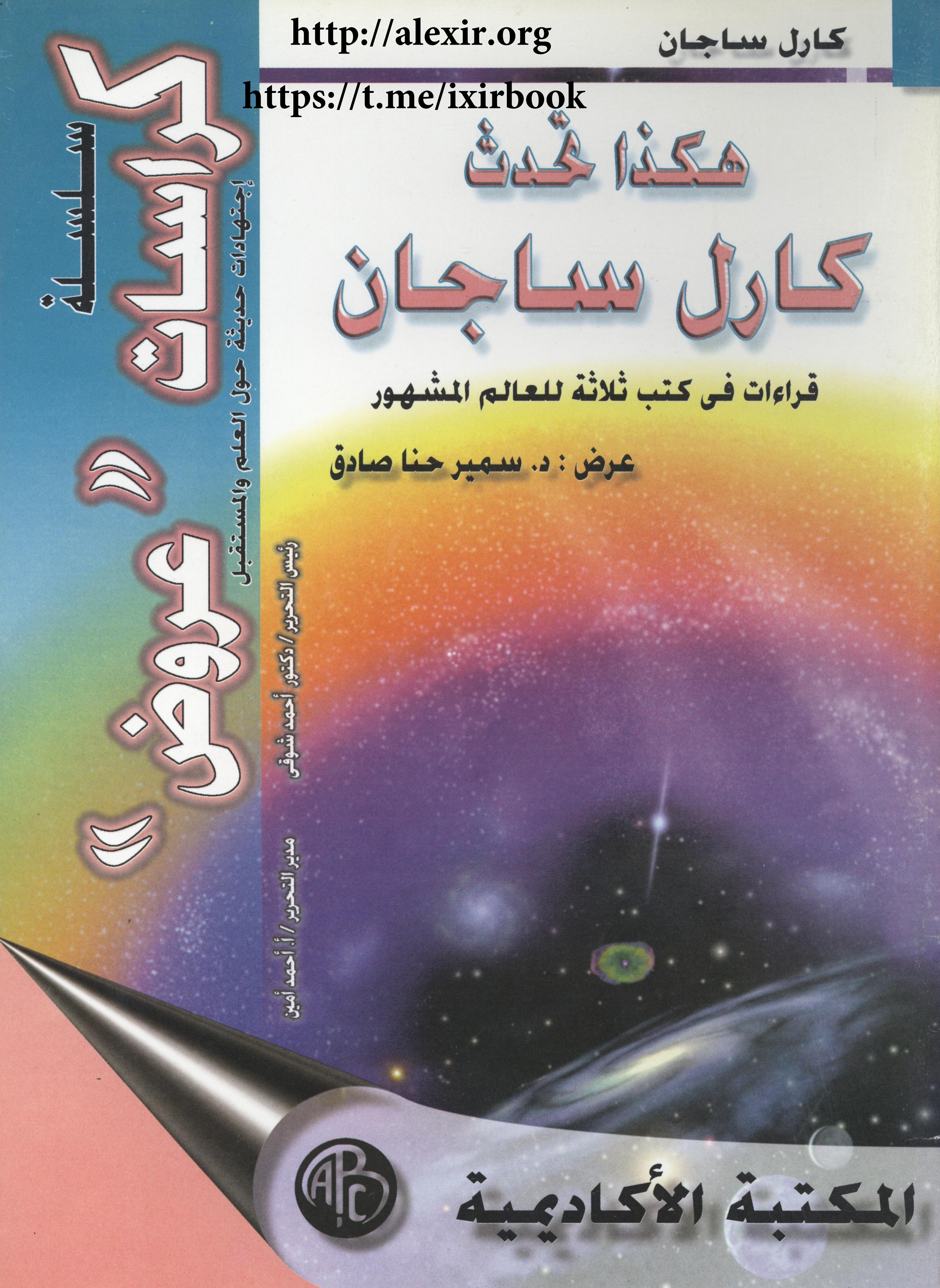


http://alexir.org
https://t.me/ixirbook
كارل ساجان
هكذا تحدث
كارل ساجان
قراءات فى كتب ثلاثة للعالم المشهور
عرض : د. سمير حنا صادق
سلسلة كراسات «عروض»
إجتهادات حديثة حول العلم والمستقبل
رئيس التحرير / دكتور أحمد شوقى
مدير التحرير / أ. أحمد أمين
المكتبة الأكاديمية

هذه الكراسة : تقدم عرضاً تفصيلياً لأهم ثلاث كتب لكارل ساجان :

1. **THE DRAGONS OF EDEN,**
   Speculations on The Evolution of Human Intelligence (1977).
2. **BROCCA'S BRAIN,**
   Reflections on The Romance of Science (1979).
3. **BILLIONS AND BILLIONS,**
   Thoughts of Life and Death at The Brink of The Millennium.

حقوق النشر | **الطبعة الأولى : ١٩٩٩**

المكتبة الأكاديمية

١٢١ شارع التحرير – الدقي – القاهرة

تليفون : ٣٤٨٥٢٨٢   فاكس : ٣٤٩١٨٩٠ (٢٠٢)

رقم الإيداع | ٩٩/٢٥٥٧

الترقيم الدولى | **977-281-083-2**

مطابع الدار الهندسية   تليفون : ٥٤٠٢٥٩٨

هذه الكراسة : تقدم عرضاً تفصيلياً لأهم ثلاث كتب لكارل ساجان :

1. **THE DRAGONS OF EDEN,**
   Speculations on The Evolution of Human Intelligence (1977).
2. **BROCCA'S BRAIN,**
   Reflections on The Romance of Science (1979).
3. **BILLIONS AND BILLIONS,**
   Thoughts of Life and Death at The Brink of The Millennium.

حقوق النشر | **الطبعة الأولى : ١٩٩٩**

المكتبة الأكاديمية

١٢١ شارع التحرير – الدقي – القاهرة

تليفون : ٣٤٨٥٢٨٢ فاكس : ٣٤٩١٨٩٠ (٢٠٢)

رقم الإيداع | ٩٩/٢٥٥٧

الترقيم الدولى | **977-281-083-2**



مطابع الدار الهندسية تليفون : ٥٤٠٢٥٩٨

إهـــــداء

إلى أصدقاء الكبر

اصحاب الضحكة البريئة

انصـــار الثقافة العلميـة

عمـلاء وعلمـاء مصـــر

إلــى

احمـــد شوقـى

احمد مستجير

سامى خشبة

شـوقى جـلال

فيصـل يــونس

مصطفى إبراهيم فهمى

نبيل على

اهدى هذا الكتاب

هذه السلسلة

هى الثالثة فى مشروع « الكراسات » ، الذى تصدره « المكتبة الأكاديمية » . والكراسات تعنى بمحورين كبيرين : العلم والمستقبل . لذلك فقد حملة السلسلة الأولى عنوان « كراسات مستقبلية » ، وقد بدأ ظهورها عام ١٩٩٧ ، وفى عام ١٩٩٨ ظهرت السلسلة الثانية تحت اسم « كراسات علمية » . وقد فكرنا فى البداية أن تضم السلسلتين ، بجانب التأليف والترجمة ، عروضا مطولة لبعض الإصدارات الهامة ، التى لا تلاحقها حركة الترجمة . إلا أن أنشط أعضاء أسرة الكراسات ، وللكراسات أسرة ممتدة ترحب دائماً بالأعضاء الجدد ، أقول أن أنشط الأعضاء الصديق الدكتور محمد رؤوف حامد ، الأستاذ بهيئة الرقابة الدوائية ، اقترح أن تصدر العروض فى سلسلة خاصة بها . وقد كان اقتراحاً موفقا كما أرجو أن يوافقنى القارئ .

والكتب المختارة للعرض فى السلسلة لا تأتى فقط من اقتراحات هيئة التحرير ، حيث قدم أعضاء الأسرة مقترحاتهم التى حظيت بالترحيب . والباب مفتوح لكل من يرغب فى المشاركة . وإذا كانت السلسلة قد بدأت بمجموعة من الكتب الصادرة بالإنجليزية ، فإننا نطمح أن تشمل العروض القادمة كتبا تصدر فى لغات أخرى ، لا تشملها عادة خطط الترجمة كاليابانية والروسية والصينية ، بالإضافة إلى الفرنسية والألمانية . فرغم أن الأخيرتين أكثر حظاً نسبياً ، إلا أن كم المترجم والمعروض لايقارن بما يتم بالنسبة للإنجليزية .

والحديث عن « العروض » يذكرنا بالجهود السابقة ، التى لا تنكرها ، بل نحاول أن نكمل مسيرتها . فبالنسبة العروض الموسعة ، تذكر جهود الهيئة العامة للاستعلامات بالنسبة للمجالات التى تهمها . كما أن العروض المتوسطة ، التى أصدرتها هيئة الكتاب فى التسعينيات ، ضمن سلسلة « تراث الإنسانية » لايمكن إغفالها . وهما مثالان يقصد بهما الإعتراف بفضل السبق ، دون أن ندعى الحصر . وإن كنا ، فى نفس الوقت ، نظن أن السلسلة الحالية هى الأولى التى تعنى بالعرض التفصيلى للكتب .

هذه الكراسة :

يعرض فيها الدكتور سمير حنا صادق ، الأستاذ بطب عين شمس ، بعض القراءات لكارل ساجان ، وهو من أشهر العلماء ، الذين كتبوا فى الثقافة العلمية . ويركز العرض على ثلاثة من أجمل ما كتب وهى : (١) تنينات عدن ١٩٧٧ The

Dragons of Eden. Speculations on the Evolution of Human Brocca's Brain : Reflections on ١٩٧٩ (٢) مخ بروكا ، Intelligence. the Romance of Science ، (٣) بلايين وبلايين ١٩٩٧ (نشر بعد وفاته) Billions and Billions; Thoughts of Life and Death at the Brink of the . Millennium

والدكتور سمير من نشطاء الثقافة العلمية ، وكان أول من طالب بأن تكون لها لجنة خاصة بالمجلس الأعلى للثقافة . وله العديد من الكتب عن العلم والمجتمع ، من أحدثها كتابه الممتع « عبق العلم » . لقد أحب العارض كارل ساجان ، حتى أننى قدمت له واجب العزاء عندما توفى منذ عامين تقريباً ، مشفوعا بالدعوة إلى عرض فكره . وكم سعدت عندما استجاب الدكتور سمير حنا صادق للدعوة ، لأن أسرة الكراسات كسبت بذلك رائداً متميزاً .

المحتـــويـــات

مقدمة

منذ ما يزيد قليلا عن عشر سنوات ، أهدانى صديقى العزيز الدكتور إبراهيم سعد الدين عشرة شرائط فيديو ، سجلها نجله الطبيب المرموق فى لندن عن برامج ال « بى بى سى » B.B.C الثقافية . كانت الشرائط تحتوى على مادة تغطى فى حوالى عشرين ساعة برنامج بعنوان "Cosmos" (الكون) ، وكان صانع البرنامج ومقدمه عالم فلك أمريكيًا ، لم أسمع عنه من قبل ، يدعى كارل ساجان .

احتوت الشرائط على نظرة عميقة وواسعة عن كافة ما يهم البشر عن الكون : نشأته ، نشأة المجموعة الشمسية ، نشأة كوكب الأرض ، الكواكب الأخرى فى المجموعة الشمسية ، نشأة الحياة على كوكب الأرض ، إمكانية وجود الحياة على كواكب أو فى مجرات أخرى .

إلى جانب هذه العناوين المهمة ، ومن خلال بعضها ، احتوى البرنامج على نظرة دقيقة لكثير من المواضيع : فقد قدم ساجان دراسة رائعة عن نظرية التطور ، موضحًا الدور المهم الذى لعبته هذه النظرية فى تقدم علوم البيولوجيا التى نعيش اليوم ازدهارها ، وقدم دراسة عن قوانين الوراثة ، وعن الكروموسومات والجينات وشرائط الوراثة (ال د. ن. ا D.N.A) بل وقدم مفهومًا مبسطًا عن البعد الرابع لأينشتين ، وعن إمكانية وجود أبعاد خامسة وسادسة ، وقدم مثالاً بديعًا عن المعيشة فى بعدين فقط ، وتحدث عن « إنحناء الفراغ » ، وقدم تبسيطًا لمكونات الذرة وللعناصر المختلفة، وقدم كذلك دراسة وافية ورائعة عن المخ البشرى وطريقة عمله واختزانه للمعلومات ، كما قدم تصوره لصور الحياة ، إن وجدت على الكواكب الأخرى .

ولعل أجمل وأروع ما قدمه ساجان ، بالنسبة لى على الأقل ، هو اهتمامه بالحضارة المصرية ، فقد قام بدراسة وافية عن مكتبة الإسكندرية ، التى قال عنها إنها كانت « أول مركز للبحوث العلمية فى العالم » ، وإنها كانت مكان ازدهر العبقريات "Genius flourished there" ، هذا إلى جانب وظيفتها كمكتبة اختزن فيها روائع الكتب . وعرفنا ساجان بأمجادنا القديمة وبعلماء سوف يخلدهم تاريخ العلم (وقد نسيناهم نحن) ، أمثال ايراتوسثينوس Eratosthenes الذى أثبت كروية الأرض ، وقاس محيطها بطريقة عبقرية سهلة بخطأ لايتجاوز ٤٠ كيلو مترًا ، وهيباشيا Hypatia أول العلماء الإناث وأول ضحايا المجرمين المتمسحين بالدين . ومن أجل أن ينال هذا الموضوع ما يستحق من اهتمام ، أقام العاملون على البرنامج نموذجًا ضخمًا لتصورهم لما كانت عليه المكتبة وما كان بها من قاعات . وإلى جانب وصف ساجان للمكتبة ، فقد قدم دراسة عن حضارة مصر القديمة وحجر رشيد وفك طلاسم اللغة الهيروغليفية.

* * *

كان كارل ساجان هو الراوى Narrator فى هذا البرنامج . وكان يبدأ فى تقديم مادته بشرح بسيط عميق ، يستعمل فيه لغة سهلة وإشارات واضحة معبرة من يديه ، ثم يستمر فى التعليق بعد ذلك على النماذج المتحركة أو المناظر المصورة أو الرسومات البيانية ، بلغة جميلة يشع منها حبه للإنسان وللكوكب وللكون كله .

شاهدت بعض أجزاء من هذا البرنامج عشرات المرات ، وكان حبى لهذه الأجزاء يتزايد بتكرار المشاهدة ، مثل تكرار سماع سيمفونية رائعة لأحد كبار الموسيقيين . وزاد من حبى أن أهدانى صديق آخر نسخة من الكتاب الضخم Cosmos : Carl Sagan 1980, Random House, New York المسجلة فيه أحاديث كارل ساجان فى هذه البرامج .

ولقد ترك هذا البرنامج فى نفسى شعوراً بالمرارة للظلم الذى يتعرض له أبناؤنا وبناتنا بحرمانهم من رؤية مثل هذه البرامج العلمية القيمة . فكل ما شاهدوه فى هذا المجال هو استعارات مشوهة من بعض هذه البرامج العلمية ، تلغى ما عليها من تعليقات ذكية مثيرة للتساؤل البناء ، توضع بدلا منها تعليقات سطحية خفيفة تحتوى على كثير من الأخطاء ، وتصب دلواً من الماء البارد على كل ما كان يمكن أن تثيره هذه البرامج من نشاط عقلى .

وبدأت بهذا البرنامج معرفتى بكارل ساجان ، وبدأت قراءاتى فى كتبه .

* * *

ولد كارل إدوارد ساجان Carl Edward Sagan فى ٩ نوفمبر ١٩٣٤ فى بروكلين ، بنيويورك بالولايات المتحدة الأمريكية .

بعد حصوله على درجة الدكتوراه من جامعة شيكاغو ١٩٦٠ ، قام ساجان بالتدريس فى جامعة بيركلى فى ولاية كاليفورنيا ، وفى جامعة هارفاد فى ولاية ماساشوسيتس ، وكان فى الوقت نفسه يقوم بوظيفة فيزيائى فلكى Astrophysicist فى مرصد سميثسون الفيزيائى الفلكى Smithsonian Astrophysical Observatory وهناك أضاف ساجان إلى مسئولياته مهمة إنشاء وحدة البحث عن الذكاء خارج الأرض Search for Extraterrestrial Intelligence (SETI) .

ثم عمل ساجان بعد ذلك فى أغلب مشاريع رحلات الفضاء ، ووصف بأنه « أحد أعظم العقول فى مجال استكشاف الفضاء » وقد لعب دوراً مهماً فى إنشاء وكالة الفضاء الأمريكية NASA .

توفى كارل ساجان عن ٦٢ عاما فى ٢٠ ديسمبر ١٩٩٦ بالتهاب رئوى ، أصابه بعد معركة ، دامت سنتين مع مرض فى نخاع العظم .

حيث يقيس العلماء كل شيء (عمّال على بطّال) بأمل مقدس فى أن مجرد القياس سيؤدى إلى المعرفة .

كانت الرفوف مليئة بالنماذج المخيفة الغارقة فى الفورمالين لحفظها : جثث أطفال ، رؤوس ، عينات باثولوجية . وفى ركن بعيد مجموعة من الأشياء الرمادية الملفوفة Convoluted – أمخاخ . لابد أنهم كانوا يخصصون فى الماضى أشخاصاً لهم وظيفة واحدة ، هى فتح الأدمغة للحصول على الأمخاخ : هذا مخ نبيل عبقرى عظيم ، هذا مخ مجرم حكم عليه بالإعدام . وكان هناك اعتقاد يسود فى ذلك الوقت بأن الإجرام والعبقرية مورثان . وبأنه قد يكون من الممكن قياس «تغييرات» فى شكل المخ تحدد هذه الميول . أو بتعبير أصح ، كما تقول آن درويان Ann Druyan زوجة ساجان :

« إن الشعوب التى نستغلها ونسرقها ونعذب أفرادها مصابة بأمراض تجعلها تسرق وتقتل ، ونحن نعتقد أن هذا ناتج عن بروز فى عظام حاجب العين !؟!؟

* * *

خلال مسح سريع للمجموعة ، لمح ساجان بطاقة على إناء زجاجى فوق رف من الرفوف ، كانت الكتابة على البطاقة اسم يحدد صاحب العينة : ب. بروكا P. Broca وأخذ ساجان وعاء مخ بروكا بين يديه .

* * *

كان بول بروكا جراحا ، وطبيب أعصاب ، وعالما بالأنثروبولوجيا ، وكان علامة مهمة فى تقدم علوم الطب والأنثروبولوجيا فى منتصف القرن التاسع عشر . وكانت له دراسات مهمة فى عشرات من المواضيع . ولكن كان أهمها عن أسباب فقدان النطق Aphasia . ومات بول بروكا عام ١٨٨٠ ، وكان فى ذلك الوقت مشغولا بدراسة دقيقة عن تشريح المخ . وتكون من مجموعاته عن المخ – بعد إضافة مخه إليها – متحف أطلق عليه لفترة ما اسم متحف بروكا Musee Broca ، ثم انضم المتحف إلى متحف الإنسان فى باريس .

* * *

كان بروكا فى وقته أهم علماء تشريح المخ . وأضاف الكثير – خصوصا فى مجال تخصصه ، وهو « النظام الحافى Limbic system » (انظر الفصل المقبل) وقد كان يطلق عليها قديماً اسم مخ الشم Rhiencephalon ، وهى المنطقة التى نعرف الآن أنها ترتبط بالعواطف (العطف والحب) ، وأنها بدأت وجودها فى الثدييات ولا توجد فى الزواحف .

أجهزة الحكم الأمريكية البغيضة ، مثل ريجان الذى كان أول همومه ، هو التخلص من السخانات الشمسية التى وضعها كارتر فى البيت الأبيض حفاظا على البيئة ، وبوش الذى رفض الإمضاء على معاهدة ريو دى جانيرو Rio de Jenero التى تضع قيوداً على إنتاج ثانى أكسيد الكربون ، والتى تحافظ على التنوع البيولوجى Biological diversity ، وفضحه المستمر الشديد لسياسة الولايات المتحدة نحو البيئة : فسكانها وهم ٥ ٪ من سكان العالم ، يستهلكون ٢٥ ٪ من الوقود الحفرية ، وهم يستهلكون الأكسيجين الذى تصنعه غابات الأمازون فى البرازيل فى أمريكا الجنوبية ، وينتجون الأمطار الحمضية التى تسقط على كندا .

* * *

إن قراءة كتابات ساجان ليست نزهة مريحة وسهلة ، ولكنها رحلة شاقة ومثيرة، تحتاج إلى تركيز من القارئ مكافأة للكاتب على مجهوده ، وهى أيضا رحلة مثمرة وبناءة .

لقد سبق لى تقديم بعض كتابات ساجان للمكتبة العربية . وفى الواقع فإن فى كتبى « بين العلم والدجل » و « العلم فى مكتبة الإسكندرية » عديداً من أفكار ساجان فى بعض كتبه . ولكن ثلاثة من أجمل ما كتب ، لم يصل للقارئ العربى شيء منها ، وهى :

* مخ بروكا
* تنينات عدن
* بلايين وبلايين

وفى عرضى لبعض فصول من هذه الكتب ، راعيت أن أحتفظ لكل فصل بعنوانه الأصلى ، ثم سمحت لنفسى بحذف كثير من الأفكار المتفرعة عن صلب الموضوع ، خصوصاً اقتباسات كارل ساجان العديدة ، والجميلة عن الميثولوجيا الإغريقية ، وعن كلاسيكيات الأدب الغربى ، التى قد تكون غريبة على القارئ العربى . كما سمحت لنفسى ببعض الإضافات ، التى شعرت باحتياج القارئ العربى إليها لزيادة الإيضاح . وربما يكون قد جانبنى التوفيق فى بعض من هذا ، ولكن أرجو من الله أن أكون قد وفقت فى الجانب الأكبر .

* * *

إليك أيها القارئ العزيز ، عرضاً لبعض فصول من هذه الكتب الثلاثة .

١ - بلايين وبلايين

(Billions and Billions)

« يظن بعض الناس أن الرمال تستعصى على العد . ولكنى سأحاول أن أريكم أنه من الممكن عد الرمال الموجودة فى الأرض ... بل وفى الكون كله » .

(أرشميدس – « عداد الرمال » حوالى ٢٥٠ ق.م.)

قد يكون الهدف الأسمى لأى باحث علمى هو الوصول إلى معادلة رياضية تعبر عن اكتشافاته . هكذا فعل أينشتين بمعادلته عن الطاقة ($E = mc^2$) ، وهكذا فعل قبله ماكسويل بمعادلاته الأربعة ، التى بنيت عليها تكنولوجيا التلفزيون والرادار والليزر . ولقد تم اكتشافه العلاقة بين سرطان الرئة والتدخين على يد عالم إحصاء ، بل إن كلمة Rational أى عقلانى ، تحتوى على مغزى رياضى . ولم تخضع علوم الطب والبيولوجيا للمنهج العلمى الصارم ، إلا بعد تطبيق رياضيات خاصة عليها (Biometry) وضعها فيشر Fisher وبيرسون Pearson وجوست Gosset وغيرهم .

من هنا كان اهتمام كارل ساجان الدائم بتبسيط مقولاته بإيضاحها بأرقام حسابية ، ومن هنا أيضا كان أول مقالات كتابه « بلايين وبلايين » عن الأرقام .

أرجوك أيها القارئ العزيز أن تصبر معى خلال الفصلين القادمين ، حيث يناقش ساجان معنى بعض الأرقام – خصوصا وأنك سليل الفراعنة ، الذين اخترعوا علم الهندسة (قياس الأرض Geo-metry) ، وسليل علماء مكتبة الإسكندرية ، ومنهم إقليدس ، ومنهم أيضا أرشميدس الذى يعتبر أحد أهم ثلاثة من عباقرة العلوم الرياضية (مع جاوس ونيوتن) ، وغيرهم من علماء المكتبة ، ممن وضعوا أسس التفاضل والتكامل ودراسات قطاعات المخروطات . كما أنك سليل الحضارة الإسلامية، التى وضعت أسس الجبر والتى كان من أعمدتها الخوارزمى ، الذى ما زال اسمه يطلق على بعض العمليات المبنية على المنطق الرياضى Algorism ، وعمر الخيام الذى ، علاوة على ما أبدعه من شعر ، فقد ساهم فى حل إشكالية فرض إقليدس الخامس .

* * *

كان « مليون » هو الرقم المعبر عن الكثرة ... كان الأثرياء « مليونيرات » ... كان عدد سكان الكرة الأرضية أيام المسيح حوالى ٢٥٠ مليون ، وكان عدد سكان الولايات المتحدة أيام المؤتمر الدستورى عام ١٧٨٧ م حوالى ٤ ملايين ، وكان عدد سكان الولايات المتحدة فى بداية الحرب العالمية الثانية حوالى ١٣٢ مليون . وتبلغ المسافة بين الأرض والشمس حوالى ١٥٠ مليون كيلو متر . وكان عدد قتلى الحرب

١٣ - المخ ... والعربة

The Brain and the Chariot

« ومتى سنتقابل ثلاثتنا مرة أخرى ؟ »

(وليم شكسبير فى « مكبث »)

إن معرفة الإنسان بالمزيد عن المخ ، تعادل معرفته بالمزيد عن ذاته . منذ أن اكتشف هيروفيليس Herophilus ، كما ذكرنا فى الفصل السابق ، أن المخ وليس القلب أو الكبد هو مقر الأفكار والعواطف ، أصبح البشر يعرفون أن المخ هو «الذات». فلو نقلت ذراع أو كبد أو قلب أو رئة إلى إنسان فلن يغير هذا من « ذاته » ، ولكن لو تصورنا أن العلوم الطبية قد تمكنت من ابتكار أسلوب لنقل المخ ، لأصبح للمنقول إليه « ذات » جديدة هى « ذات » صاحب المخ .

علاوة على ذلك ، فلما كان المخ هو العضو المسئول عن « تفهم » ما حولنا ، فإن تعرفنا طبيعة وأسلوب عمل المخ ، سوف يساعدنا على مزيد من هذا التفهم . يقول ستيفن هوكنز – أهم علماء الفيزياء فى العصر الحديث فى كتابه « تاريخ موجز للزمن » Stephen Hawkins : Brief History of Time من المستحيل تفهم المزيد من علم الفيزياء الآن ، دون الأخذ بتطور المخ البشرى وخواصه الأساسية بالاعتبار، وهى مقولة منطقية عقلانية مهمة : فمن المؤكد أن المخ لم يتطور إلى شكله الحالى إعدادا لاكتشاف قوانين الذرة والطاقة ، وإنما كان تطوره إلى مقدرة الإنسان فى حل مشاكل البقاء ، من غذاء وتناسل وحفظ النوع .

* * *

ولقد تقدمت الدراسات على المخ خلال الحقبات الثلاث الأخيرة تقدماً كبيراً . كانت العقبة الأساسية أمام هذا التقدم هى الاختلافات الأساسية بين المخ البشرى وغيره من الثدييات أو حتى الحيوانات الرئيسية Primates ؛ مما يجعل دراسة أمخاخ هذه الحيوانات بلا جدوى كبيرة فى تفهم مخ الإنسان . على عكس الوضع فيما يتعلق بالبحوث الطبية فى مجالات أخرى من مجالات علم وظائف الأعضاء Physiology وعلم الأمراض Pathology أو علم العقاقير Pharmacology ، حيث يمكن – فى كثير من الأحيان – مد معرفتنا وخبرتنا من التجارب على الحيوانات إلى الجنس البشرى . وعلاوة على هذه العقبة ، فإنه بالطبع لايمكن إجراء تجارب على الجنس البشرى فى مجال المخ .

ولكن جاء التغلب على هذه العقبات من مصادر أربعة :

أولاً : بالدراسة الدقيقة على التغيرات « الذهنية » ، التى تحدث كنتيجة لحوادث تنتج عنها إصابات معينة محددة فى المخ .

ثانياً : بالدراسة الدقيقة أيضاً للمرضى الذين أجريت عليهم عمليات جراحية فى المخ،

ويكثر الخلط فى الحياة اليومية بين الملايين والبلايين والتريليونات . ولذلك فإن بعض الشرح وارد .

- المليون = ألف ألف = واحد وبجواره ستة أصفار ١,٠٠٠,٠٠٠
- البليون = ألف مليون = واحد وبجواره تسعة أصفار ١,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
- التريليون = ألف بليون = واحد وبجواره اثنى عشر صفرا ١,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠

(هذا هو التعبير المقبول فى الولايات المتحدة وفى أغلب بلاد العالم ، وإن كانت أحياناً توجد اختلافات فى بعض اللغات) .

* * *

هناك طريقة سهلة لتفهم هذه الأرقام الضخمة ، وذلك بعد الأصفار الموجودة فى الرقم . فالألف به ٣ أصفار ، والمليون به ٦ أصفار ، والبليون به ٩ أصفار ، والتريليون به ١٢ صفرا . ولكن عندما يصبح عدد الأصفار كبيراً ، تتعقد المسألة بعض الشيء . ولهذا اخترع العلماء ما يطلق عليه اسم « الترقيم الأسى Exponential notation » وذلك بأن يكتب الرقم ١٠ وفوقه على اليسار بخط صغير رقم يعبر عن عدد الأصفار الموجودة بجوار رقم ١ ، وهكذا ... فإن :

$١٠^{١} = ١٠$

$١٠^{٥} = ١٠٠,٠٠٠$ أو مائة ألف

$١٠^{٩} = ١,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠$ أو بليون .

ويسمى الرقم مع أسه ، فيقال عشرة أس ٥ ، أو عشرة أس ٩ إلا فى حالة $١٠^{٢}$ حيث يسمى « مربع » ، و $١٠^{٣}$ حيث يسمى « مكعب » .

علاوة على الوضوح فإن الأرقام الأسية تتمتع بسهولة عمليات الضرب والقسمة؛ إذ يمكن ضربها بجمع أسها :

$$١٠^{٩} \times ١٠^{٥} = ١٠^{١٤} \quad (٩ + ٥)$$

وقسمتها بطرح أسها :

$$\frac{١٠^{٩}}{١٠^{٥}} = ١٠^{٤} \quad (٩ - ٥)$$

* * *

وبهذه الطريقة يمكننا أن نعد عديداً من الأشياء البالغة الكثرة فمثلا :

$١٠^{٩}$ ثانية = ٣٢ سنة

$١٠^{١٢}$ ثانية = ٣٢ ألف سنة

$١٠^{١٥}$ ثانية = ٣٢ مليون سنة

$١٠^{١٨}$ ثانية = ٣٢ بليون سنة (ضعف العمر المفترض للكون)

وتحتوى ملعقة صغيرة من التراب على $١٠^{٨}$ من الميكروبات ، وعدد حبات الرمل على شواطئ البحار فى الكرة الأرضية $١٠^{٢٠}$ حبة .

وعدد الجزيئات الصغيرة (الإلكترونات والبروتونات والنيوترونات) فى الكون كله حوالى $١٠^{٨٠}$.

ويطلق على الوحدات الأساسية أحيانا أسماء معينة . فنتحدث عن كيلو (كيلو جرام أو كيلو متر) أو فيمتو (فيمتو سكند أو فيمتو جرام) وهى كالآتى :

الاسم		الرمز	القيمة
فيمتو	femto	f	$١٠^{-١٥}$ (أو $\frac{١}{١٠^{١٥}}$)
بيكو	pico	p	$١٠^{-١٢}$ (أو $\frac{١}{١٠^{١٢}}$)
نانو	nano	n	$١٠^{-٩}$ (أو $\frac{١}{١٠^{٩}}$)
ميكرو	micro	μ	$١٠^{-٦}$ (أو $\frac{١}{١٠^{٦}}$)
ميللى	milli	m	$١٠^{-٣}$ (أو $\frac{١}{١٠^{٣}}$)

الاسم		الرمز	القيمة
سنتى	centi	c	10^{-2} (أو $\frac{1}{10^{2}}$)
ديسى	deci	d	10^{-1} (أو $\frac{1}{10}$)
ديكا	deca		10^{1}
هيكتو	hecto		10^{2}
كيلو	kilo	K	10^{3}
ميجا	mega	M	10^{6}
جيجا	gega	G	10^{9}

٢ - لوحة الشطرنج

(The Persian Chess-board)

« لا توجد لغة أوسع عالميا وأشد بساطة ووضوحا وأكثر تحررا من الأخطاء والغموض ، وأقدر على التعبير عن العلاقات الدائمة بين الأشياء ، أكثر من الرياضيات . وقد تكون هذه الخاصية للعقل البشرى هى المعوضة عن قصر الحياة وقصور الحواس » .

(جوزيف فوريه ١٨٢٢)

القصة معروفة :

يحكيها ساجان ويضيف إليها ليبرز ما فيها من حكمة :

* * *

اخترع الوزير فى قديم الزمان فى مملكة الفرس لعبة يتسلى بها الملك . ورغم أن اللعبة تنتهى دائماً بموت الملك ، فقد أعجب بها الملك أيما إعجاب ، وبدلا من مكافأة الوزير بالمثل ، أى بموته كعادة الملوك ، فقد طلب من الوزير أن يحدد مكافأته. أرخى الوزير عينيه فى خجل ، ونظر إلى مربعات لوحة الشطرنج الأربعة والستين ، وتردد قليلا ، ثم قال للملك :

« أرجو أن يعطينى مولاى حبة قمح فى المربع الأول ، ثم حبتين فى المربع الثانى ، ثم أربع حبات فى المربع الثالث ، فثمانية فى المربع الرابع وستة عشر فى المربع الخامس ... وهكذا حتى نصل للمربع الرابع والستين » .

غضب الملك ورفض . هذه مكافأة متواضعة جدا لمثل هذا العمل العظيم ... حبات من القمح ؟ وعرض الملك وجواهر وجاريات ، عرض قصورا أو مزارع . ولكن الوزير تمسك بطلبه المتواضع .

عندما بدأ مدير المزارع الملكية فى عد الحبوب ، واجهت الملك مشكلة عويصة: فقد بلغ عدد الحبوب فى المربع رقم ٦٤ وحدة ١٦ × $١٠^{١٨}$ تقريبا أى ١٦ وبجوارها ١٨ صفرا . فإذا كان وزن ١٠٠ حبة = ١ جرام (وهو تقدير متواضع جداً) فإن وزن القمح فى المربع الأخير وحده يساوى ١٦٠ مليون طن مترى – وهو ما يعادل مئات المرات ما ينتجه العالم كله من القمح حالياً كل عام ...!!!

لا نعرف كيف انتهت القصة ، إن كانت قد حدثت بالفعل . هل سلم الملك مملكته بمزارعها وبقصورها بأكملها للوزير ؟ أم كعادة الملوك – أنهى المبارة بكش الوزير ، مات الوزير ؟

ولكن هذا لايهمنا الآن .

ولو إن الشطرنج كانت تتكون من مائة مربع من ٦٤ لزاد وزن القمح عن وزن الكرة الأرضية .

يطلق الرياضيون على تتابع الأرقام الموصوف هنا (١ ، ٢ ، ٤ ، ٨ ، ١٦ ، ٣٢ إلخ) اسم « التتابع الهندسى Geometric progression » ويطلق على العملية اسم « التزايد الأسى Exponential increase » ، ونذكر هنا كتابات الصديق الأستاذ الدكتور محمد رؤوف حامد عن التنمية الأسية .

نحن نقابل التزايد الأسى فى عديد من المواقف ، فلو أن أحد أجدادك وضع عشر دولارات فى البنك بفائدة ٦ ٪ منذ مائة عام ، لأصبح لورثته الآن ما يزيد عن مليون دولار ، ولو كانت الفائدة ٧ ٪ لبلغ المبلغ ٧,٥ مليون دولار ، ولو كانت الفائدة ١٠ ٪ لبلغ المبلغ ٩,١ بليون دولار .

ولعل ما يحدث فى التكاثر البيولوجى أكبر الأمثلة على النمو الأسى : فلو تكاثر ميكروب بالانقسام على نفسه مرة كل ١٥ دقيقة - لو توفرت الظروف المواتية من غذاء ومكان وخلافه - لبلغ وزن نسله فى يوم ما يزيد عن وزن جبل ، وفى يوم ونصف ما يزيد عن وزن الكرة الأرضية ، وفى يومين ما يزيد عن وزن الشمس . ولكن .. فلنطمئن فلن تسمح الظروف أبدا بمثل هذه الانطلاقة فى عالم تناسل الميكروبات .

* * *

لكل منا أبوان وأربعة جدود وثمانية أباء للجدود وهكذا ، فكلما عدنا للوراء ازداد عدد أجدادنا . ولو كان الجيل ٢٥ سنة ، ولو عدنا للوراء ١٦٠٠ سنة (٦٤ جيل) ، لوجدنا أن لكل منا فى عام ٤٠٠ ميلادية ١٦ × $١٠^{١٨}$ جد (مثل لوحة الشطرنج) . ولكننا هنا قد ارتكبنا خدعة حسابية ، فافترضنا جدوداً جديدة فى كل نسل جديد فى كل جيل - ولكن تكرار الأجداد ، وهو ما يحدث بالفعل ، يقلل جدا من هذا العدد . ولكن هذا يوضح ارتباط الجنس البشرى كله بعضه ببعض. ولو عدنا للماضى السحيق ، لاكتشفنا أننا جميعاً من أصول مشتركة ، نعرف الآن أنها نشأت فى أفريقيا .

* * *

إننا جميعا أبناء أعمام - كل من على الكرة الأرضية .

٣ - الصيد مساء الاثنين

(Monday - Night Hunters)

« إن لغريزة الصيد أصولاً عميقة فى النفس البشرية » .

(وليم جيمس ١٨٩٠)

نترك جميعا كل ما بين أيدينا مساء الاثنين (المساء الذى تجرى فيه أهم المباريات الرياضية فى أمريكا) لنجلس مشدودين أمام شاشة زجاجية ، ننظر إلى رجال يجرون ويتخبطون ويرقصون ويتصادمون ويتقهقرون ومعهم كرة . وبين حين وحين ننفعل إلى درجة تقرب من الشبق ، أو ننكفئ على وجوهنا فى يأس قاتل مما يحدث فى الملاعب . ويحدث هذا للجميع (وأغلبهم من الرجال) الذين يجلسون مشلولين أمام شاشات التلفزيون يهتفون ويصرخون . قد يبدو فى الأمر سفاهة ، ولكن المقاومة صعبة، بل وقد تكون مستحيلة، فنحن نسقط جميعا فى هذا الشرك .

ويجرى اللاعبون ، أو يقفزون ، أو ينزلقون ، ويضربون بعضهم البعض ، وفى بعض الأحيان يحاولون ضرب شيء أبيض أو بنى بأيديهم أو بأقدامهم ، أو بمضارب لتصل إلى ... « الهدف » .

ولكن كل هذه المقدرات (الجرى ، والقذف ، والقفز ، والانزلاق) لا علاقة لها بالمهارات التى نحتاجها فى الحصول على خبزنا اليومى . فما الذى يجعلنا جميعا مجذوبين إلى مشاهدة هذه العمليات ؟ ولماذا تنتشر هذه الممارسات فى جميع أنحاء العالم ؟ لقد مارس هذه العمليات المصريون ، اليونانيون ، الرومانيون ، الأزتك، أهل التبت ، الصينيون ... فما الذى يكفل لهذه الأنشطة مثل هذا الانتشار ؟

يكسب بعض الرياضيين ٥٠ ضعف مرتب رئيس الجمهورية فى الولايات المتحدة ، وينتخب بعضهم فى مراكز قيادية بعد اعتزالهم ، فهم أبطال قوميون .

لماذا ؟ ......

هناك شيء ما مشترك فى أعماق العقل البشرى ، يدفع إلى هذا وينتج عنه ظاهرة التعصب – والكلمة الإنجليزية لمشجع الفريق الرياضى هى Fan ، وهى مأخوذة من Fanatic أى متعصب .

اضطر رئيس وزراء بريطانيا فى عام ١٩٨٥ إلى استنكار السلوك الطائش من متعصبى كرة القدم Soccer fans ، الذين هاجموا مجموعة من الإيطاليين – وقتل فى هذه العملية العشرات .

وفى عام ١٩٦٩ بعد معركة فى ملعب كرة قدم ، غزت الدبابات السلفادورية حدود هندوراس وهاجمت الطائرات الموانى والقواعد الحربية ... وقتل الآلاف .

* * *

بدأت أولى المباريات الرياضية المنظمة على أغلب الظن منذ ٣٥٠٠ سنة فى اليونان ، وكانت المباريات تحتوى على العدو وقذف الأشياء والمصارعة حتى الموت أحيانًا .

كان الصيد هو رياضة الأثرياء . وكانت الألعاب هى رياضة الفقراء .

ولم تكف ١٠,٠٠٠ عام ، منذ اختراع تكنولوجية الزراعة لكى ننسى ماضينا . لقد عاش الجنس البشرى مئات الألوف من السنين معيشة ، تختلف تمامًا عما نعيشه الآن ، عاش الجنس البشرى ورجاله يصطادون الحيوانات ونساؤه تجمعن الثمار . عاش الجنس البشرى صياد جامع Hunter Gatherer ، ولم تستطع الفترة القصيرة نسبيا التى عشناها فى عصر الزراعة أن تمحو هذه المهارات من عقلنا .

* * *

كان أجدادنا من « الصيادين الجامعين » يتجولون ، وهم يحملون صغارهم ومتاعهم على ظهورهم بحثا عن الصيد والماء . وكان الرجال أساسا صيادين ، وكان للنساء دور اجتماعى اقتصادى وثقافى بارز . فقد كن يجمعن البقول والنقل وكن يجمعن الأعشاب الطبية بل ويصطدن الحيوانات الصغيرة ويوفرن المعلومات للرجال عن الحيوانات الكبيرة .

وكان الرجال يصطادون الحيوانات الكبيرة بالرمح والشراك ، وكانوا يصطادون للأكل فقط وليس للتسلية . وكان الصيد عملية جماعية : الكل للفرد والفرد للكل، وكانوا يتصلون ببعضهم البعض بلغة الإشارات .

كان الصيد عملية شريفة ، تنتظم فيها خبرة مدفونة فى العقل البشرى . وكانت اقتصادياتهم فى هذا المجال سليمة ، وكان لديهم فراغ فى الوقت ليتمتعون فيه بالمعيشة الجميلة ، وكانت مجتمعاتهم عادة تتمتع بالحب والعدل ، ولم يكن لأى منهم أحلام بالتسلق الاجتماعى أو السيطرة السياسية .

أما ما صرنا إليه ، خصوصا مع بقاء غريزة الصيد الدفينة ، فقد أصبح شيئًا مخيفًا .

* * *

٤ - نظرة الإله المحدقة

The Gaze of God and the Dripping Faucet

« عندما ترتفعين فى الأفق الشرقى ، فإنك تملئين الأرض بجمالك . ومع أنك بعيدة فأشعتك معنا على الأرض » .

(أخناتون - أغنية للشمس ١٣٧٠ ق.م.)

كان أخناتون فى مصر الفرعونية يعبد الشمس ، وكان الضوء يعتبر « نظرة الإله المحدقة » . فى هذا الوقت كان الناس يظنون أن الرؤية تنتج عن أشعة تصدر من العين - مثل الرادار . وكانت الشمس التى دونها لم نكن لنرى أى شىء ، باستثناء بعض النجوم ، تغمر وتضيء وتدفيء وادى النيل .

* * *

لو أنك تجلس فى حوض استحمام وأمامك صنبور تتساقط منه نقط من الماء بمعدل نقطة كل ثانية ، لرأيت على سطح الماء حلقات دائرية - موجات - تتسع حتى تضعف أو تصل إلى حائط يعكسها . ولو حدث أن هذه الحلقات تزايدت بسقوط النقط ، وتوالت داخل بعضها البعض بمعدل حلقة كل ثانية ، لأصبح لها ذبذبة frequency معينة - ولما كانت النقط تسقط بمعدل نقطة كل ثانية .. فإن «ذبذبة» الحلقات ، تصبح بمعدل واحدة كل ثانية . ولما كانت « سرعة » اتساع الموجات فى الماء تكاد تكون ١٠ سم فى الثانية ، فإن « طول » الموجة (المسافة بين موجة وأخرى) سيكون ١٠ سم . ولو فكرنا قليلاً ، لاكتشفنا أن سرعة الموجة تساوى عدد الذبذبات فى الثانية مضروباً فى طول الموجة .

* * *

وأمواج حوض الحمام ، وأمواج البحار أيضا ، هى موجات سطحية ذات بعدين فقط ، أما أمواج الصوت فهى تنتشر فى أبعاد ثلاثة على شكل كروى وليس دائرياً . وفى « قمة » موجة الصوت ، يصبح الهواء مضغوطا بعض الشىء ، وفى « قاع » الموجة يصبح الهواء مخلخلاً .

وتستطيع الأذن بفضل الطبلة وجهاز معقد من الروافع ، التقاط هذه الموجات ، وكلما ازداد عدد الذبذبات ارتفعت طبقة الصوت Pitch ، فنغمة دو الوسطى Middle C لها ٢٦٣ موجة (ذبذبة) فى الثانية (وتسمى ٢٦٣ هرتز) ، ونغمة « دو بعدها بأوكتاف » لها ٥٢٦ هرتز . فكم يكون طول الموجة عند « دو الوسطى ؟ » إن سرعة الصوت فى الهواء (فى مستوى ضغط الجو عند سطح البحر) = ٣٤٠ متر فى الثانية (٧٠٠ ميل فى الساعة) وعلى هذا فإن طول الموجة يساوى $\frac{٣٤٠}{٢٦٣}$ = ١,٣ متر .

فإذا كانت الذبذبات أقل من عشرين ذبذبة فى الثانية ، أو زادت عن ٢٠,٠٠٠ ذبذبة فى الثانية ، فإن الأذن البشرية لا تسمعها . ولكن الكلاب تحس بالذبذبات المرتفعة عن ٢٠,٠٠٠ ذبذبة فى الثانية ؛ ولهذا فإنه يستعمل أحياناً فى تدريبها صفارة لها مثل هذه الذبذبات المرتفعة .

* * *

نتصل نحن ، وأغلب الحيوانات الرئيسية Primates بعضنا ببعض بالصوت . ولهذا تطور المخ البشرى ؛ بحيث يتفهم الأصوات المختلفة التى تحولت إلى شفرة خاصة تحمل معلومات قيمة هى الكلام ، ثم حدث بعد ذلك التطور الكبير الذى حول الكلام المسموع إلى كلام مقروء ، والذى بدأ هذه الصورة الضخمة فى علم الاتصال والمعلومات .

هكذا بدأ عالم الاتصال بين إنسان وآخر وأصبحت اللغة عاملاً فى حياتنا ، نعلم بها أطفالنا ونوطد صداقات ونقص حكايات .

ولكن اللغة المسموعة تحمل صعوبة معينة ، فهى لا تصل لأكثر من ١٠٠ متر، ولهذا فقد بدأنا نرتبط ببعضنا البعض ، ولكننا فى الوقت نفسه فقدنا الاتصال بالآخرين . وهكذا تبعثرت أسرة الإنسان ، الذى نشأ فى مكان ما فى شرق أفريقيا ، وانتشر فى جميع أنحاء العالم . وبدأت تدب مشاعر الغربة بين الجنس البشرى .

ولكن التكنولوجيا تغلبت على هذه العقبة ، فنحن نتصل اليوم بسهولة ، وبسرعة تنقل الكلمة بسرعة تعادل سرعة الضوء . فيمكننا إرسال كلمات تصل إلى القمر فى ٦,٢ ثانية .

* * *

يمكننا أن ننظر إلى الضوء باعتباره أيضا موجات . ولكن الضوء يتصرف أحيانا وكأنه جزيئات صغيرة جدا ، تسمى فوتونات Photons .

ولكن كيف يكون الضوء « جزيئات » و « موجات » ؟ من الأفضل لنا أن نعتبر الضوء شيئاً آخر يختلف عن الجزيئات وعن الموجات ، شيئا لا نواجه مثيلا له فى حياتنا اليومية ، له أحياناً خواص الجزيئات ، وأحياناً أخرى خواص الموجات .

* * *

ومع ذلك فمن الممكن ببعض التساهل معاملة الضوء كما نعامل الصوت . فللضوء ذبذبة ، ولموجات الضوء أطوال معينة ، وللضوء سرعة معينة . ولكن موجات الضوء لا تحتاج ، مثل موجات الصوت ، لوسط معين تنتقل فيه . فالضوء يصلنا من

الشمس والنجوم خلال ما هو تقريبا فراغ كامل ، على عكس الصوت . كان العلماء قديما يفترضون وجود مادة تملأ كافة الفراغات لتفسير انتقال الضوء ، وكانت هذه المادة تدعى « الأثير » (وهى غير الأثير الذى يستعمل فى التخدير) ، ولازال بعض الدجالين يستعملون هذه الكلمة فى وصف ممارساتهم فى التدجيل ، ولكن هذه الأسطورة انتهى عصرها .

* * *

للضوء المرئى ، الضوء الذى نحس به العين ، ذبذبة عالية جدا - حوالى ٦٠٠ تريليون (٦×١٠^{١٤}) ذبذبة فى الثانية . وتبلغ سرعة الضوء (وهى دون الدخول فى التفاصيل ، ووفقا لنظرية أينشتاين عن النسبية الخاصة ، أقصى سرعة يمكن الانتقال بها) حوالى ٣٠ بليون (٣×١٠^{١٠}) سنتيمتر فى الثانية ، أو ٣٠٠ ألف (٣×١٠^{٥}) كيلو متر فى الثانية . وعلى هذا فبعملية حسابية بسيطة فإن طول موجة الضوء حوالى ٠,٠٠٠٥ سم فى الثانية .

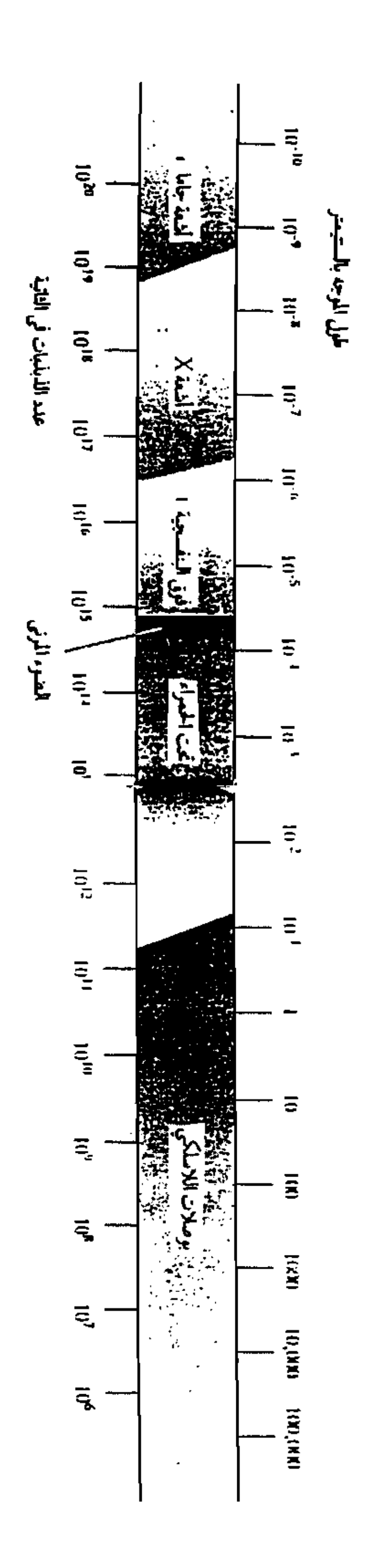
وكما أن الأذن تسمع الأصوات ذات الذبذبات المختلفة كطبقات صوت مختلفة، كذلك ترى العين موجات الضوء المختلفة كألوان متعددة . وللضوء الأحمر مثلا ذبذبة ٤٦٠ تريليون ذبذبة فى الثانية ($٤,٦ \times ١٠^{١٤}$) وللضوء البنفسجى ٧١٠ تريليون (٧١٠×١٠^{١٤}) ذبذبة فى الثانية ، وبينهما ألوان الطيف المختلفة .

وكما أن هناك أصواتًا عالية الذبذبة أو منخفضة الذبذبة لا تسمعها الأذن ، كذلك هناك ذبذبات لا تراها العين . ولو درسنا الذبذبات المختلفة لوجدنا منها أشعة جاما ، أشعة X ، الأشعة فوق البنفسجية ، ألوان الضوء المرئية ، الأشعة تحت الحمراء ، موجات الراديو ، وكلها تنتقل مثل الضوء العادى فى الفراغ .

* * *

تمتص أوراق الأشجار الخضراء والعوالق Planktoms فى المحيطات الضوء الأحمر والأزرق ، وتعكس الضوء الأخضر فتبدو خضراء . وتستعمل هذه الأوراق الضوء الأحمر والأصفر فى صناعة النشويات من ثانى أكسيد الكربون .

وبذا تبدأ الحلقات الغذائية من موجات الضوء .



العلاقة بين الأشعة المختلفة وطول الموجة والذبذبة

٥ - كوكب فى خطر

« الشعور بالخوف يتطلب شجاعة » .

(مونتانى ١٥٨٨)

لعل أكثر ما كان يزعج ساجان فى العالم حوله هو تساهل الحكومات المختلفة ، خصوصا حكومات العالم الصناعى المتقدم ، فيما يتعلق بالأخطار التى تتهدد البيئة. فإلى جانب حواراته السياسية البارعة ، وكراهيته للعنصرية وللحرب ، فإن جانبا كبيرا من كتاباته كانت عن مشاكل البيئة ، وعن جريمة الدول المتقدمة فى هذا المجال .

* * *

إن عالمنا بيئة مغلقة ، يدخلها الضوء ، ولكن بشكل عام لايدخلها شىء آخر ، لا ماء ولا هواء ولا غذاء ، ولابد لكل ما فيها أن يعاد تدويره Recycle فكل الكائنات الحية تعتمد على بعضها البعض . نحن نتنفس ونأكل بقايا غيرنا من الكائنات ونعتمد عليها فى ذلك . تحصد النباتات ضوء الشمس مستغلة إياه مع ثانى أكسيد الكربون والماء فى صناعة نشويات ، تعيش عليها الحيوانات . ولقد عاش أحياء الكرة الأرضية على هذا المنوال حوالى ٣,٥ بليون سنة . ولكننا وصلنا اليوم إلى مرحلة خطرة : لقد أصبح فى مقدورنا أن نغير هذه البيئة ، أصبح فى وسعنا أن نرفع درجة حرارة الجو ، بل نحن نرفعها فعلاً ، بظاهرة التصوب ، وأصبح فى وسعنا أن نبرد الجو بحرب نووية تثير الغبار وبخار الماء فيحجب ضوء الشمس . وأصبح فى مقدورنا أن نحطم البيئة بالأمطار الحامضة ، وبتآكل الأوزون ، وبالتلوث الكيميائى ، وبعشرات غيرها من سبل الاعتداء على البيئة .

والعالم غير قابل للتقسيم . نحن سكان أمريكا الشمالية ، نتنفس أكسيجين صادراً من الغابات فى البرازيل . والمطر الحمضى الناتج عن الصناعة فى غرب الولايات المتحدة يحطم النباتات فى كندا . والكلوروفلوروكربون الذى ينتج عن أجهزة التكييف فى نيوفاوندلاند Newfoundland يتسبب فى سرطان الجلد فى نيوزيلندا New Zealand . وظاهرة التصوب التى تنتج عن إفراز السيارات فى أمريكا لثانى أكسيد الكربون ، ستتسبب فى غرق جزر المالديف Maldive Islands وشواطئ الإسكندرية ونيويورك .

نحن نحتاج لمزيد من العلم والأخلاق لتلافى ذلك . وهو شىء سهل ومنطقى:

فالطيور لا تلوث أعشاشها .

والحيوانات لا تلوث جحورها .

* * *

لقد تقدمت التكنولوجيا وقويت لدرجة أننا أصبحنا خطراً على أنفسنا : نعم لقد أنقذ العلم الملايين وحسن المعيشة ووحد سكان الكوكب ، ولكنه غير أسلوب الحياة لدرجة لا تفهمها مجتمعات ، بنت اقتصادياتها على الربح وآليات السوق .

فى مواجهة الكوارث المختلفة ينقسم العلماء إلى نوعين : نوع يثير فزعنا بسيناريوهات كئيبة مليئة بالكوارث ، ونوع يطمئننا بسعادة بأن الجنس البشرى قد عاش مئات الألوف من السنين بسلام وسعادة ، ومن هنا كان لابد لنا أن نحدد موقفنا من هذه السيناريوهات .

لابد لنا أن نعرف مداخل هذه المواقف :

يغطى الكرة الأرضية غلاف جوى يمثل ٠,١ ٪ (أى ١/١٠٠٠) من قطر الكرة الأرضية ، وهو يماثل فى نسبته طبقة الورنيش التى تغطى نماذج الكرة الأرضية الموجودة بالمدارس والمعاهد . وكان انتشار الجنس البشرى منذ مئات الآلاف من السنين بمعدل إنسان واحد على كل مائة كيلو متر مربع . وبمرور الوقت ومع تقدمنا التكنولوجى ، أصبحنا نعيش ١٠ على كل كيلو متر مربع ، وأصبح فى هذا العدد خطر جسيم على الغلاف الجوى .

* * *

وإليك أيها القارئ العزيز تقييما أدق للموقف .

٦ - ثقب في السماء

(A Piece of the Sky is Missing)

« هذا السقف الملكى المزين بالنار الذهبية ، أنه لايبدو لى سوى تجمع وبائى للأبخرة » .

(وليم شكسبير - هاملت ١٦٠٠)

تصدر عن بعض الأجهزة الكهربائية رائحة نفاذة مميزة . تنتج هذه الرائحة عن تكون غاز معين فى الهواء، عند مرور شرارات كهربائية به . هذا الغاز يدعى أرزون .

يحتوى الغلاف الجوى على غاز الأكسيجين (الناتج عن التمثيل الكلوروفيلى) بنسبة تبلغ حوالى ٢٠ ٪ ، ولايوجد هذا الغاز على شكل ذرات (O) بل على شكل جزيئات ، تتكون كل منها من ذرتين ملتحمتين ببعض (O_2) ، ونحن نعيش على هذا الأكسيجين ، نتنفسه وندخله فى عمليات فى جسمنا تنتج عنها الطاقة .

والأوزون نوع من أنواع تواجد الأكسيجين : فبدلا من أن يكون على شكل O_2 يصبح على شكل O_3 ؛ إذ إن الشرارات الكهربائية تنتج عنها بعض ذرات الأكسيجين المفردة O التى تتحدد مع الجزيئات O_2 لتكون O_3 وهو الأوزون .

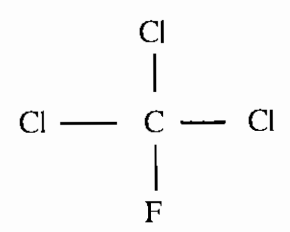
وهكذا ، ينتج من العمليات الكهربائية شرارات يتكون بسببها الأوزون (فى وجود عامل مساعد) ، وينتج عن هذا تلوث البيئة .

ولكن أهم أخطار الأوزون لا تتمثل فى كثرته على الأرض ، ولكن فى قلته فى السماء .

* * *

بدأت قصة الأوزون بعملية بيئية سليمة ؛ ففى العشرينات أصبح عديد من السكان يستعملون الثلاجات الكهربائية فى حفظ الأكل والألبان والفواكه . وكانت هذه الثلاجات تعتمد على غاز النشادر ، أو ثانى أكسيد الكبريت فى عملية التثليج وهى غازات كريهة وسامة ، ومن هنا كانت الحاجة إلى غازات أخرى غير نشيطة (قليلة التفاعل) ، تحل محل النشادر وثانى أكسيد الكبريت .

واخترع علماء الكيمياء فى أمريكا وفى ألمانيا النازية غازات جديدة ، تسمى «كلوروفلوروكاربون» ك ف ك Chlorofluorocarbons (CFCs) ، وهى مصنوعة من اتحاد ذرة كربون مع ذرات الكلورين أو الفلورين :



استعملت تلك الغازات فى التبريد وفى التكييف ، وفى دفع الأيروسولات المختلفة (المبيدات الحشرية والعطور) ، وفى صناعة المطاط الرغوى Foam rubber وفى التنظيف ، وكانت هى المادة التى نعرفها جميعا باسم فريون Freon . وخلال الستينيات كانت المصانع تنتج مليون طن من هذه المادة كل عام ، وتبقى هذه الكمية كما هى ، فهى شديدة المقاومة للتغيير ، وتعيش أحياناً لما يصل إلى قرن من الزمن ، قبل أن تحطمها كلها الأشعة فوق البنفسجية لينتج عنها كلورين . وهنا الكارثة ، فالكلورين يحطم الأوزون : إن ذرة كلورين واحدة كفيلة بتحطيم ١٠٠,٠٠٠ جزئ من الأوزون .

* * *

ولكن لماذا الانزعاج ؟

يمثل الأوزون الدرع الواقى من الأشعة فوق البنفسجية الواردة من الشمس . ولو أن الأوزون الموجود على سطح الغلاف الجوى نزل إلى الأرض فى درجات الحرارة الموجودة ، تحت الضغط الجوى الموجود ، لأصبح سمكه لايزيد عن ٣ مليمتر . هذا هو كل الأوزون الذى يقف بيننا وبين الشمس ، والذى يحمينا من الأشعة فوق البنفسجية .

ولكن ما خطورة تلك الأشعة ؟

تتسبب الأشعة فوق البنفسجية فى سرطان الجلد عند البيض ، يحمى السمر من هذا التأثير طبقة من مادة تدعى الميلانين Melanin . وقد أصبحت نسبة سرطان الجلد الآن بين البيض عشرة أضعاف ما كانت عليه فى الخمسينيات .

ولكن هذا ليس كل شيء :

فلا حتى الكوارث الصغيرة الأخرى التى تنتج عن الأشعة فوق البنفسجية مثل الزيادة فى عتمة عدسة العين (المياه البيضاء) Cataract ، ولا حتى التأثير فى الجهاز المناعى ، ولا كل هذا يمثل أكبر الكوارث .

إن الكارثة الكبرى هى أن العوالق Phytoplankton ، وهى نباتات وحيدة الخلية، تعيش على سطح الماء ، ولايمكنها الهبوط إلى أسفل لأنها تعتمد على أشعة الشمس فى معيشتها . هذه النباتات تدل التجارب على أنها تفنى بتأثير الأشعة فوق البنفسجية ، بل لقد اختفى الآن حوالى ٢٥ ٪ منها .

وعلاوة على أن هذه النباتات تستهلك ثانى أكسيد الكربون المسئول عن ظاهرة التصوب (انظر الفصل التالى) ، فإنها تبدأ حلقة غذائية تصل إلى القشريات الصغيرة، إلى السمك الصغير ، إلى الإنسان .

كذلك سوف تتأثر البكتريا المثبتة للنيتروجين فى النباتات بالأشعة فوق البنفسجية.

* * *

لا أحد يظن أن الأوزون سيختفى ، ولكن نقص ١٠ ٪ الذى يظن أغلب العلماء أنه وارد ، سيصبح خطرا عظيما على الإنسانية .

* * *

فى عام ١٩٧٤ نشر العالمان رولاند ومولينا Sherwood Rowland and Mario Molina من جامعة كاليفورنيا ورقة ، حذرا فيها من أن حقن ملايين الأطنان من الـ ك ف ك سيؤثر فى طبقة الأوزون ، وأيدهم العلماء فى أبحاثهم التى حصلوا بها على جائزة نوبل فى الكيمياء عام ١٩٩٥ . ولكن شركة ديبون Du Pont التى كانت تبيع ك ف ك بحوالى ٦٠٠ مليون دولار كل عام ، نشرت إعلانات فى الجرائد ، ورشت أعضاء كونجرس ؛ للزعم بأن تأثير الـ ك ف ك على الأوزون مجرد أوهام ، وهددت بأن مثل هذه الإشاعات توقف الاستثمار .

ولكن الأمر أصبح بعد ذلك واضحا وأكيدا . بل وثبت أيضا أنه بعد إطلاق غاز الـ ك ف ك ، لا توجد وسيلة للتخلص منه ، وأنه قد يبقى لمدة قرون . ولقد وصلت الآن كمية هذه المواد فى الجو إلى أضعاف ما كانت عليه فى السبعينيات .

وفى عام ١٩٨٥ بدأت تتواتر الأنباء عن انخفاض كمية الأوزون فوق النصف الجنوبى من الكرة الأرضية إلى نصف ما كانت عليه ، وثبت وجود « ثقب » فوق القطب الجنوبى منذ عام ١٩٧٠ ، ويختفى هذا الثقب فى الشتاء ويظهر فى الربيع ويزداد حجمه عاماً بعد عام .

* * *

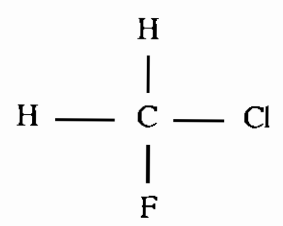
وتداعت الأحداث ... خصوصاً بعد أن ثبت أن الـ ك ف ك تساعد أيضا على التصوب .

ومرة أخرى ، انبرت الصناعة بالدفاع بضراوة ، ولكن مع ثبوت وجود ثقب القطب الجنوبى واتساعه ، تزايدت الحملة ضد الـ ك ف ك .

وجاء بروتوكول مونتريال عام ١٩٨٧ الذى قرر تخفيض إنتاج هذه المركبات حتى مستوى منخفض فى عام ٢٠٠٠ .

وكانت الصعوبة الأساسية هى موقف البلدان الفقيرة من هذه العملية ، واتفق – ولأول مرة فى تاريخ العالم – أن تغطى البلدان الصناعية نفقات هذه العملية فى العالم الثانى .

واكتشفت مواد بديلة أقل من الـ ك ف ك فى تأثيرها على البيئة ، لعل أهمها الهايدرو كلوروفلوركاربون الذى يقل خطراً عن المركبات القديمة :



ولعله من المشرف لمصر أن رئيس برنامج البيئة United Nations Environmental Program (UNEP) فى ذلك الوقت كان الأستاذ الدكتور مصطفى طلبة ، والذى قاد معركة الـ ك ف ك ، والذى قال عن معاهدة الـ ك ف ك « أنها أول معاهدة حقيقية سوف تؤدى إلى حماية كل فرد فى العالم » .

* * *

ولقد بدأ مستوى الكلورين فى الانخفاض بالفعل بعد معاهدة مونتريال .

ومع ذلك ، لازال اليمين الأمريكى يقاوم لمصلحة شركات الثلاجات والمكيفات، مع أن قرار هيئة نوبل بالنسبة لجائزة رولاند ومولينا يزكيهم بقوله :

« إنهم ساهموا فى إنقاذنا من مشكلة بيئية كوكبية ، كان من الممكن أن تنتهى بكوارث » .

* * *

ولكن المغزى الحقيقى لقصة الأوزون بسيط : وهى أننا يجب علينا كسكان للكوكب أن نتبع أساليب ، تخضع تماماً للعلم فى التخلص من فضلاتنا .

٧ - ارتفاع درجة حرارة الأرض

(A mbush : The Warming of the World)

« أما هم فينصبون شراكا لأنفسهم » .

(العهد القديم - أمثال ١ :١٨)

يناقش ساجان أحد أخطر مشاكل البيئة الحالية ، وهو ارتفاع درجة حرارة الكوكب . وهو فى هذا المجال لاينسى إنسانيته ، ويتوجه باللوم القاسى إلى الأجهزة الحاكمة الغنية الشرسة فى البلاد الصناعية ، خصوصاً فى الولايات المتحدة .

* * *

منذ ثلاثمائة مليون سنة ، كانت الأرض مغطاة بالمستنقعات . وعندما ماتت السراخس Ferns ، والأسوخات Horse-tails ، والطحالب السباتية Club moss ، دفنت فى قاع الوحل .

تحولت هذه النباتات تدريجياً إلى فحم ، وتحول غيرها إلى سوائل وغازات نسميها «بترول» .

ولم يصدق أحد ماركو بولو عندما قال إنه وجد فى الصين حجرا أسود يمكن إشعاله . ولكن تدريجيا عرف الأوروبيون فوائد هذه المادة الغنية بالطاقة : فهى أفضل من الخشب فى التدفئة ، ويمكن استعمالها فى الأفران وفى الآلات البخارية وفى توليد الكهرباء ، بل وفى صناعة السيارات والمراكب والطيارات . بل وعلاوة على ذلك فإنها تلعب دوراً مهمّاً فى الحروب .

وهكذا سيطرت هذه المواد على الاقتصاد .

* * *

تسمى هذه المواد « الوقود الحفرى Fossil fuel » . وما تحتويه من الطاقة هو فى حقيقة الأمر مخزون من طاقة الشمس ، التى جمعتها النباتات القديمة . وعلى هذا .. فإن حضارتنا تعيش على حرق المخلوقات القديمة المتواضعة ، التى عاشت قبلنا بمئات الملايين من السنين ، أى نحن نعيش على أجساد أبناء عمومتنا من النباتات. فإذا تأملنا فى الأمر لوجدنا أن هناك صناعات تقوم كلية على هذه المواد (السيارات والطائرات) ، وهناك صناعات تقوم جزئيا عليها (الكيماويات والأسمدة الزراعية) . ولقد لعبت هذه المواد دورا رئيسيا مهماً فى الحرب العالمية الأولى والثانية، ولازالت لها أهمية قصوى ، كما تذكرنا بذلك حرب الخليج عام ١٩٩١ .

* * *

تستورد الولايات المتحدة حوالى ٣٠ ٪ من احتياجاتها من الوقود من الخليج . وفى بعض شهور السنة يصل ما تستورده إلى أكثر من ٥٠ ٪ ، ويتسبب البترول فى

أكثر من نصف العجز فى ميزان المدفوعات الأمريكى . وتنفق الولايات المتحدة أكثر من بليون (ألف مليون) دولار أسبوعيا لاستيراد البترول – وكذلك تفعل اليابان .

ويدفع البترول البلاد المتقدمة إلى سياسات غير أخلاقية :

ففى عام ١٩٩٠ كتب كاتب الأعمدة المشهور جاك اندرسون Jack Anderson (معبرا عن فكرة منتشرة) يقول : رغم أن الفكرة قد تبدو غير مقبولة إنسانيا ، فإن الولايات المتحدة عليها أن تلعب دائما دور رجل البوليس العالمى لأسباب أنانية بحتة ؛ فالأمريكيون يحتاجون إلى ما يملكه العالم الخارجى من البترول » .

ولعل هذا يذكرنا بما كتبه تاجر أمريكى إلى زوجته ، أمام حروب الأفيون فى الصين ، ويقول لها « رغم ما قد تبدو عليه فإن تجارة الأفيون تجارة نبيلة وشريفة » .

إن ثمن برميل البترول الآن وصل إلى ما يقرب من ٢٠ دولار للبرميل . ويصل احتياطى البترول إلى حوالى تريليون برميل – أى إن ثمن البترول الموجود الآن يبلغ ٢٠ تريليون دولار .

* * *

ولكن هناك خطراً جسيماً يهدد العالم من حرق الوقود الحفرى . فمع حرق هذا الوقود ومع إطلاق الطاقة المخزونة فيه منذ مئات الملايين من السنين ، يتحد الكربون مع الأكسيجين لينتج ثانى أكسيد الكربون .

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2$$

وثانى أكسيد الكربون هو غاز الصوبة .

* * *

ما الذى يحدد درجة حرارة الأرض ؟ إن كمية الحرارة التى تنفذ من جوف الأرض إلى سطحها كمية ضئيلة جداً لا تؤخذ فى الحسبان . إن مصدر حرارة الأرض هو أشعة الشمس ، ولو امتنعت هذه الأشعة لتجمد الهواء المحيط بالأرض ، ولأصبحت الأرض مغطاة بطبقة من جليد النتروجين والأكسيجين ، سمكها ١٠ أمتار.

* * *

تسقط على الأرض كمية مهولة من الطاقة مع أشعة الشمس ، وتعكس الأرض كمية مماثلة من الطاقة . ولو نظرنا إلى الأرض من الفضاء الخارجى بآلات الرؤية الخاصة بالأشعة الحرارية تحت الحمراء ، لوجدنا الكوكب يتوهج بضوء هذه الأشعة – خصوصا فوق الصحراوات .

وهكذا فإن درجة حرارة الأرض تتوقف على العلاقة بين ما يسقط من أشعة الشمس من طاقة وما ينعكس من الأرض . وبالحساب يمكننا أن نثبت أن حرارة الأرض ستبقى حول درجة ٢٠ مئوية تحت الصفر ؛ أى إن المحيطات كان لابد أن تتجمد . ولكن هذا لم يحدث ؟ فأين الخطأ ؟

لقد نسينا التصوب Green house effect . فبينما يكون الهواء شفافاً تماماً لأشعة الشمس المرئية ، فإنه يصبح معتماً للأشعة الحرارية تحت الحمراء ، بل وبعض غازات الغلاف الجوى مثل ثانى أكسيد الكربون وغاز الماء والـ ك ف ك تمتص الأشعة فوق الحمراء بشدة وتحتفظ بها ، وهكذا ... فإن أشعة الشمس الضوئية تدخل خلال الغلاف الجوى بسهولة ، ولكن الطاقة التى تتكون من الأشعة الحرارية تحت الحمراء لا تخرج بمثل هذه السهولة . وهذا هو السبب فى ارتفاع درجة الحرارة فى الصوب الزراعية Green houses ، التى تزداد فيها نسبة غاز ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء فتحتفظ بالحرارة .

فإذا أخذنا هذه الأشياء بعين الاعتبار ، وأجرينا حساباتنا لتبين لنا أن درجة حرارة الأرض يجب أن تكون فى المتوسط حوالى ١٣ درجة مئوية .

* * *

وهكذا .. فإن حياتنا على هذا الكوكب تعتمد على هذه المركبات الضئيلة الموجودة فى الغلاف الجوى ، والتى تمثل دثاراً يتسبب فى التصوب . ومع ارتفاع كمية ثانى أكسيد الكربون ، يرفع سمك الدثار ... وترتفع درجة حرارة الجو ، وهذا ما يهدد الأرض الآن .

* * *

نحن مع التقدم ، ومع التقدم التكنولوجى نحن نزيد من حقن الجو بثانى أكسيد الكربون ، وغيره من الغازات الحافظة للحرارة .

ونحن من ناحية أخرى نجرف ونحطم ونجتث الغابات ، القادرة على امتصاص ثانى أكسيد الكربون الموجود فى الجو ، وتحويله إلى سليلوز الشجر .

ولقد ارتفعت بالفعل درجة حرارة الجو ، خلال القرن العشرين ، بمقدار درجة مئوية واحدة .

وينبغى علينا ألا نزدرى هذا الارتفاع ، فقد تبعته مؤشرات خطرة ؛ فقد أفاد الباحثون النرويجيون بصغر حجم الثلج فى القطب الشمالى منذ عام ١٩٨٧ ، بل ويتسبب هذا التغيير الضئيل فى سوء الأحوال الجوية . ففى عام ١٩٩٢ حدث أكبر

إعصار فى تاريخ الولايات المتحدة سمى بإعصار « اندرو » Hurricane Andrew ، وهو الذى كلف شركات التأمين ما يزيد عن ٥٠ بليون دولار .

كذلك ينتج عن ارتفاع درجة الحرارة تغيير فى أساليب حياة الحيوانات والميكروبات والحشرات التى تحمل الأمراض ، ويقدر أن ارتفاع درجات الحرارة سيزيد حالات الملاريا خلال القرن القادم ، بحوالى ٥٠ - ٨٠ مليون حالة جديدة .

ولكن لعل أكبر الكوارث هو ما يحدث فى المحيطات ؛ إذ إن ماء البحر يتمدد فيزداد حجمه ، علاوة على انصهار الثلوج القطبية . ويقدر أن هذا الارتفاع قد يصل إلى متر خلال القرن القادم ، مما سيؤدى - لو استمر الحال على ما هو عليه - إلى اختفاء جزر البولينيزيا Polynesia ، والميلانيزيا Melanesia وكوارث لفينيسيا Venice ، وبانكوك Bangkok ، والإسكندرية ، ونيو أورلينز New Orleans ، وميامى Miami ونيــويورك New York ، وعلى شواطئ أنهار المسيسيبى Mississippi ، واليانجتز Yangtze ، والنيل والنيجر Niger .

السيناريوهات رهيبة وتحتاج لدراسة .

فقد تتكون حلقات خبيثة ، فمع انصهار الثلج ، يقل انعكاس الضوء ، ويزداد ارتفاع درجة الحرارة فيزداد انصهار الجليد .

نعم ، قد تحدث عمليات تصحيحية ، فقد يتكون سحاب يحجب ضوء الشمس.

ولكن حضارتنا التكنولوجية فى خطر وينبغى علينا أن نحميها بدراسات علمية أعمق وأدق .

٨ - النجاة من الفخ
(Escape from Ambush)

« لايخاف من لا يشعر بما يحدث حوله ، ولكن من يشعر بعذاب وألم الحيرة والخوف لابد له من فرصة للنجاة » .

(أرسطو ٣٨٤ - ٣٢٢ ق.م.)

ماذا نصنع ؟ سيبقى ثانى أكسيد الكربون معنا لمدد طويلة ، ولن ينصلح الحال إلا بعد أجيال من العمل الجاد .

لابد من التمييز بين الحلول القصيرة المدى والحلول الطويلة المدى ، ولو أننا سنحتاج إلى كليهما . وبشكل عام .. فإن الحلول لابد أن تهدف إلى تقليل ثانى أكسيد الكربون فى الجو بطريقة ، لا تخل بنظمنا الاجتماعية وبرفاهيتنا النسبية .

إن أكبر منتج لثانى أكسيد الكربون فى العالم هو الولايات المتحدة ، تليها روسيا وجمهوريات الاتحاد السوفيتى القديمة ، والثالث هو جميع بلدان الدول النامية (بإزالة الغابات وحرقها) ، ويتلوها بلدان غرب أوروبا ، ثم الصين ، ثم اليابان .. أحد أكثر بلدان العالم كفاءة فى استعمال الوقود .

الحل إذاً لابد أن يكون عالميا .

ولو كان الحل ممكنا فى أربع أو ست سنوات ، لأصبح جذاباً ، ولكنه يحتاج إلى عشرات السنين لتنفيذه . وهذا هو مربط الفرس ، إذ إن السياسيين لايحبون حلول ٤٠ - ٥٠ سنة ؛ لأنه لا مكسب لهم فيها .

* * *

فى بناء ناطحة سحاب أو أحد الكبارى ، هناك معايير معينة واجبة للأمان ، ولها تكلفتها ، وكذلك الأمر بالنسبة للتصوب . وهنا فى مجال هذه الظاهرة بعض الاقتراحات المتواضعة :

١ - مزيد من الاعتمادات الضخمة لدراسات عن الجو والبحر والأرض .

٢ - الكف تماماً عن مبدأ « فلننتظر لنرى » بل ومحاربته .

٣ - لابد من التقليل من الاعتماد على الوقود الحفرى إلى النصف .

* * *

إن ٥ ٪ من سكان العالم (الولايات المتحدة) يستهلكون ٢٥ ٪ من طاقة العالم .

إن السيارات مسئولة عن إنتاج ثلث ثانى أكسيد الكربون فى أمريكا . إن كل سيارة تنتج أكثر من وزنها من ثانى أكسيد الكربون كل عام .

يجب تحسين أداء الموتورات بحيث ترتفع من ٢٠ ميلاً للجالون إلى ٨٠ ميلاً للجالون .

منذ عام ١٩٩٠ عاد حب الأمريكيين للسيارات الشرهة للبترول لرخصه . وكثيرا ما أتساءل : ما فائدة هذا التسارع الشديد فى الحياة ؟ ما قيمة حب السرعة الفائقة ؟

* * *

تقوم شركة جنرال موتورز حاليًا بمحاولة صناعة سيارة كهربائية ، ولكن ما السيارة الكهربائية ؟ إنها سيارة تشحن بالكهرباء الصادرة من محطة تعمل بالوقود الحفرى ؛ فلن تعود بذلك بفائدة على ظاهرة التصوب . وقد يكون أفضل من ذلك تصغير حجم السيارات .

ولكن هناك حلولاً أخرى مثل مزيد من استعمال اللمبات الفلورسنت . ولكن أهم من ذلك كله ، من الممكن استعمال مصادر أخرى للطاقة سيفرضها علينا استهلاك مخزون الوقود الحفرى .

* * *

هناك مثلا الطاقة الانشطارية Nuclear fission ، وتوجد حاليا مراكب تسير بهذه الطاقة ، وتوجد أيضاً محطات كهرباء ، وتعادل تكاليف الطاقة من هذه المحطات مثيلتها من محطات الوقود الحفرى ، ولكن ما ينتج عنها من مواد مشعة طويلة العمر (آلاف من السنين) تحتاج لمعالجة خاصة . فإذا دفناها .. فينبغى التأكد من أنها لا تصل إلى المياه الجوفية ، علاوة على أن أغلب هذه المحطات تستعمل اليورانيوم والبلوتونيوم ؛ مما قد يغرى بصناعة قنابل ذرية .

* * *

هناك أيضا الطاقة الاندماجية Fusion ، وهى تستعمل كمصدر للطاقة الماء الثقيل الموجود فى مياه البحار . ولكن الأمل فى توليد هذه الطاقة بطريقة اندماجية ضئيل جدا ، وقد انتشرت إشاعة علمية فى وقت من الأوقات بإمكانية توليد هذه الطاقة بسهولة ، ولكن ثبت خطأ هذه المقولة .

* * *

ولايمكن أن يطلب من الدول النامية أن توقف استعمال الوقود الحفرى. إن الصين تنمو ولايمكن أن نطلب منها أن توقف نموها ، وإجابتها على طلبنا ستكون واضحة وعادلة : « لقد لوثتم أنتم العالم ، وعليكم الآن أن تدفعوا ثمن الإنقاذ » .

وهناك مصادر أخرى للطاقة . هناك الطاقة الشمسية التى يمكن استعمالها بكفاءة تامة فى تسخين المياه أو فى توليد الكهرباء. ولعله من العلامات التى تدعو للتفكير أن الرئيس كارتر قد زود البيت الأبيض بمصادر للطاقة الشمسية لتسخين المياه ، وكان أول ما فعله ريجان عند وصوله للرئاسة هو تحطيم هذه المصادر . وهذه هى الفلسفة التى تقدم الدعم السفيه لاستهلاك البترول – ويكفى ما صرفناه على حرب الخليج ؛ وتوقف الدعم لمصادر الطاقة البديلة .

* * *

وهناك مصادر أخرى للطاقة المستديمة : ففى إيطاليا ونيوزيلاندا New Zealand تستخدم سخونة الأرض الداخلية فى توليد الطاقة . وهناك فى كاليفورنيا ٧٥٠ مروحة تكون فى مجموعها « غابة » من مصادر طاقة الرياح لتوليد الكهرباء . ويمكن توليد كل الطاقة التى تحتاج إليها الولايات المتحدة من مراوح مقامة على ١٠ ٪ من مساحة البلاد .

هناك أيضا مصادر الطاقة من مساقط المياه ، وهى منتشرة فى جميع أنحاء العالم وأقرب مثال هو السد العالى ، الذى كان يوفر فى وقت من الأوقات نصف احتياجات مصر من الطاقة . ولعله من المثير للفكر ، أن السد العالى وهو بلا شك مصدر سليم بيئيا للطاقة ، فهو لاينتج ثانى أكسيد الكربون ، قد هوجم بيئياً من بعض من يسيئون استعمال سلاح البيئة .

ولكن أهم مصادر الطاقة وأسهلها هى باستعمال أشعة الشمس مع الخلايا الضوئية الكهربائية Photo voltaic cells فى توليد الكهرباء . ومن الممكن استعمال هذه الطاقة فى تكوين الأيدروجين الذى يمكن حرقه لتوليد الطاقة ، وينتج عنه بخار ماء .

* * *

ولعل فيما يحدث فى هذا المجال ما يثير الكثير من التفكير :

إن ثمن البرميل من البترول الآن حوالى ٢٠ دولارا ولكن إذا أضفنا إلى ذلك ما يكلفنا الجيش لحماية هذه المصادر والحروب (مثل حرب الخليج) والمؤامرات والمساعدات لقفز ثمن البرميل إلى مئات من الدولارات ، لأصبح البترول من أغلى مصادر الطاقة .

بل إن تكاليف الأبحاث فى مجالات الطاقة البديلة لا تزيد عن ثمن طيارتين نضعهما فى الخارج لحماية مصادر البترول .

ولكن كما قيل من قبل :

إن العائد سيكون بعد سنين

وهذا ما لايحبه السياسيون .

*   *   *

ألا توجد طريقة للتخلص من ثانى أكسيد الكربون ؟ إن الطريقة الوحيدة لتحقيق هذا الهدف هى بالتشجير .

ورغم المقاومة الشديدة فقد بدأت دول العالم تهتم بالظاهرة ، وتعهدت معظمها بالحد من إفراز ثانى أكسيد الكربون ، وتعاونت أغلبها فى هذا المجال باستثناءات ذات مغزى أهمها دول الأوبك OPEC وروسيا والولايات المتحدة .

ولكن فى النهاية فى أبريل ١٩٩٣ وافق كلينتون على ما رفضه بوش بالإمضاء على معاهدة ريو دى جانيرو Rio de Janeiro ، بالتعهد بأن يكون إنتاج الولايات المتحدة فى عام ٢٠٠٠ مماثلاً لإنتاجها فى عام ١٩٩٠ من ثانى أكسيد الكربون .

٩ - القرن العشرون

(The Twentieth Century)

« المجتمع لايتقدم . إنه يتغير باستمرار . فهو بدائى ، وهو متحضر ، وهو متدين وهــو علمــى ... ومع كل زيادة فى جانب هناك نقصان فى جانب آخر » .

(جوتر فريد ليتبر ١٦٩٧)

سيذكر للقرن العشرين ثلاث إضافات جديدة ومهمة :

أولاً : ابتكار وسائل غير مسبوقة لإنقاذ وإطالة وتحسين أحوال الحياة .

ثانياً : ابتكار وسائل غير مسبوقة لتحطيم الحياة ، بكل ما فيها ، وتعريض الحضارة العالمية للخطر .

ثالثاً : نظرة غير مسبوقة إلى طبيعتنا وطبيعة الكون حولنا .

ولقد نتجت كل هذه الإضافات بفضل سلاح العلم والتكنولوجيا ، وهو سلاح له حدين ماضيين كحد الموسى .

إنقاذ وإطالة وتحسين الحياة :

كانت مصادر الغذاء قبل عشرة آلاف سنة محدودة : فواكه وخضراوات وبعض الحيوانات الموجودة فى البيئة الطبيعية . وكانت المصادر لا تسمح إلا بوجود عشرة ملايين إنسان ، على حين سيصل عدد سكان الأرض فى نهاية القرن العشرين إلى حوالى ٦ بلايين نسمة ، أى إن ٩٩,٩ ٪ منا يدين بوجوده لتكنولوجيا الزراعة وللعلم ، الذى بنيت عليه علوم الوراثة فى النباتات والحيوانات ، والأسمدة الكيماوية والمبيدات الحشرية ، والمواد الحافظة ، والمحاريث الآلية ، ووسائل الرى الحديثة والتثليج واللوريات والسكك الحديد إلخ ... وأغلب هذه الاختراعات – خصوصاً ما يطلق عليه اسم « الثورة الخضراء » – تمت فى القرن العشرين .

ولقد تحسنت الأحوال المعيشية فى جميع أنحاء العالم ، خصوصا فى العالم الصناعى ، بفضل توفير الصرف الصحى والماء النقى ، وقبول نظرية تسبب الميكروبات فى الأمراض ، والمضادات الحيوية والعقاقير الحديثة ، وعلوم الوراثة ، والهندسة الوراثية، والعلوم الطبيعية عموما . ولقد اختفى الجدرى تماماً من سطح الكرة الأرضية ، وانكمشت مساحة المناطق الموبوءة بالملاريا ، واختفت من البلاد المتقدمة أمراض ، كانت منتشرة فى الماضى مثل السعال الديكى والحمى القرمزية وشلل الأطفال ، وانخفض عدد المصابين بالجذام فى العالم خلال الحقبة الأخيرة من ١٢ مليون إلى ١,٢ مليون ، واكتشفت وسائل جديدة لمنع الحمل ، وللتقليل من خطورة ازدياد السكان .

وعلى الجانب الآخر فإن بعض الكيماويات والمواد المشعة التى تنتجها الصناعات قد تتسبب فى السرطان . ويؤدى انتشار التدخين إلى وفاة حوالى ٣ ملايين مدخن

كل عام ، وتقول منظمة الصحة العالمية إن هذا العدد سوف يرتفع إلى ١٠ ملايين وفاة فى عام ٢٠٢٠ .

ولكن العلم والتكنولوجيا أعطيانا أكثر مما أخذا :

وأوضح مثال لذلك هو ارتفاع معدل الحياة فى الولايات المتحدة وأوروبا الغربية من ٤٥ سنة فى عام ١٩٠١ إلى حوالى ٨٠ سنة الآن (أكثر قليلا للنساء وأقل قليلا للرجال) . ولابد لنا أن نعترف أن طول العمر قد يعد أفضل مقياس لنوعية الحياة ، فإن الميت (على أغلب الظن) لايتمتع بنوعية جيدة من الحياة .

ولقد انتشر فى القرن العشرين استعمال الراديو والتلفزيون والأسطوانات المضغوطة Compact Discs وقنوات المعلومات فى الكمبيوتر ؛ مما أدى إلى ظهور ثقافة عالمية واسعة . بل وقد ارتفع ، رغم انتشار هذه التكنولوجيات ، عدد قراء الكتب فى أنحاء عديدة من العالم .

وانتشرت كذلك وسائل جديدة لتسهيل الحياة : مجففات الشعر ، أقلام الحبر الجاف ، الآلات الحاسبة ، الآلات الطابعة ، الفاكسات ، غسالات الأطباق والملابس ، السيارات والطائرات ، وغيرها من آلات الاختراعات التى غيرت شكل الحياة .

أما وقد قلنا ذلك ، فلابد أن نذكر أن هناك بليون شخص على الكوكب لايجدون ما يأكلون ، وأن ٤٠,٠٠٠ طفلا يموتون كل يوم بلا داع .

وتختلف مستوى الخدمات الصحية وغيرها من بلد إلى آخر : فيزيد عدد وفيات الأطفال فى الولايات المتحدة عن أى بلد صناعى آخر . وفى سجون الولايات المتحدة يوجد عدد من الشباب الأسود ، أكثر من العدد الموجود فى الجامعات . وأداء شباب الولايات المتحدة عموماً فى المدارس أقل من أداء الشباب فى أوروبا أو اليابان . وقد ازدادت الفروق فى الدخل بين الأغنياء والفقراء إلى حد غير مسبوق ، خلال الثمانينيات والتسعينيات ، وضمرت الطبقة المتوسطة إلى درجة كبيرة ، وقلت معونة الولايات المتحدة للبلدان الفقيرة . وهكذا يبدو أن حضارة الولايات المتحدة قد بدأت فى الضمور فى أواخر القرن . قد يكون السبب فى هذا هو انحدار مستوى القيادات ، ولكن تآكل الرغبة فى الفكر النقدى والعمل السياسى بين الجماهير (وهو ما يكون قد نتج عن سياسة الإعلام) يلعب دوراً مهماً فى هذا المجال .

التكنولوجيا الشمولية والحربية :

وصلت وسائل القتل الجماعى والفناء التام إلى حدود غير مسبوقة خلال القرن العشرين . فى عام ١٩٠١ ، لم تكن هناك طيارات حربية ولا صواريخ ، وكانت المدافع القوية تقذف أهدافًا من على بعد قريب ، فتقتل عدداً قليلاً من الناس . فى نهاية القرن العشرين ، بلغ عدد الأسلحة الذرية حوالى ٧٠,٠٠٠ رأس نووية ، أغلبها

على صواريخ فى غواصات أو تحت الأرض ، قادرة على الوصول إلى أى مكان فى الكوكب ، وكل منها قادر على تحطيم مدينة كبيرة . ويضاف إلى هذا كم ضخم من الأسلحة البيولوجية والكيميائية .

وفى قرن يغلى بالتعصب الأيديولوجى والقادة المجانين ، ينذر هذا الوضع بخطورة جسيمة للجنس البشرى . ولقد قتل بالفعل حوالى ١٥٠ مليون شخص فى حروب قادها وأدارها قادة القرن العشرين .

* * *

ولقد تسببت التكنولوجيا برغبتنا أحياناً ورغم عنا أحياناً أخرى ، فى تغيرات خطيرة فى البيئة ، تهدد أنواعاً عديدة من الحياة ، بما فيها الجنس البشرى . ولكن هناك بعض النقط المضيئة ولعل أهمها اتفاقية مونتريال للتحكم فـى إنتاج مركبات الـ ك ف ك . أما فى الحالات الأخرى ، مثل ازدياد ثانى أكسيد الكربون ، فإن التقدم بطيء لدرجة قد تدعو إلى اليأس .

ولقد ازدادت الحروب العنصرية إلى حد رهيب . وبدأت محاولات لإزالة مجموعات إثنية بأسرها ، خصوصاً فى ألمانيا النازية ، وفى رواندا ، وفى يوغوسلافيا . لقد كانت هذه العداءات موجودة منذ الأزل ، ولكن مع تحقيق نمو فى وسائل القتل الجماعى ، ومع تدخل مؤامرات الهيئات المستفيدة ، أصبحت هذه الحروب ظاهرة قبيحة تهدد مجموعات إثنية بأسرها ، خصوصاً بعد أن أصبحت القنابل الموجهة ، والصواريخ ، والطائرات الحربية ، وسائل ناجحة للقتل البعيد ، دون تأنيب ضمير ، حيث لايرى القاتل ضحيته .

وبلغت مصاريف الآلة الحربية فى نهاية القرن ما يقرب من تريليون ($١٠^{١٢}$) دولار كل عام . هل يمكنك أيها القارئ العزيز أن تتصور ماذا كان يحدث للبشرية لو خصصنا جزءاً ضئيلاً من هذا المال لخدمة الإنسانية ؟

لقد تحطمت فى القرن العشرين ممالك وإمبراطوريات ونمت ديمقراطيات ، وإن كانت أحيانا شكلية ، كذلك ظهرت دكتاتوريات عسكرية . وكان موقف عديد من هذه الدكتاتوريات من ناحية المرأة شديد القسوة والتخلف . ويكفى أن نتذكر شعار النازى عن المرأة الذى يقول إن مكانها الطبيعى هو kinder, kuche, kincher (الأطفال والمطبخ والكنيسة) .

* * *

كان جفرسون Thomas Jefferson (ثالث رئيس للولايات المتحدة) يقول إن الديموقراطية لا تتم إلا فى وسط أفراد متعلمين ، فلا قيمة للديمقراطية فى غياب

العقل الناقد الواعى والحواز الذكى والشك فى أقوال القيادات – وهى جميعا خواص المنهج العلمى .

إضاءات العلم :

حققت كل العلوم تقدماً مذهلاً خلال القرن العشرين ، وحصدت البشرية ثمار هذا التقدم . فقد وضعت أسس الفيزياء الحديثة بالثورة ، التى قادتها نظريات النسبية الخاصة والعامة . وعرفت خلال هذا القرن طبيعة الذرات بما تحتويه من بروتونات وإلكترونات ، ودرست الكواركات واكتشفت مجموعة من الجزيئات قصيرة العمل التى تظهر فى الأشعة الكونية . ولقد ساعدت دراسات الطاقة المشعة على تحديد عمر الأرض ($\frac{١}{٢}$ ٤ بليون سنة) وعمر الحياة (٤ بلايين سنة) .

وكان من أهم اكتشافات القرن العشرين معرفة طبيعة ووظيفة الـ د.ن.ا Desoxyribo Nucleic Acid (D.N.A) المسئول عن نقل الخواص الوراثية فى كافة أنواع المملكة الحيوانية والنباتية ، وتعلمنا وظيفة أغلب فقراته ، وأشرف الوراثيون على رسم الجينوم البشرى ؛ أى الشريط الوراثى الكامل للجنس البشرى .

وتسمح البيولوجيا الجزيئية Molecular biology الآن بمقارنة الأجناس المختلفة ، والكشف عن درجات التقارب ، وأثبتت بذلك ما سبق أن افترضته نظرية التطور.

ولقد تمكن الباحثون من دراسة طبيعة الحيوانات الرئيسية الأخرى ، ودراسة سلوكها وأخلاقياتها وحروبها وغيرها من الخواص ، التى كنا نظن أنها موجودة فى الإنسان فقط . ولقد أمكن تدريب شيمبانزى قزم Bonobo على أن يستعمل لغة تتكون من مئات من الكلمات ، وبلغ من التقدم ما يمكنه من صناعة آلات حجرية.

* * *

فى بداية القرن ، كان علم الفلك يعيش تحت مظلة ضخمة من السحاب والغيوم . وفى نهاية القرن أصبحت التلسكوبات ، تطوف فوق الغلاف الجوى ، وترصد الأشعة المختلفة الواردة من الفضاء الخارجى ، وترسل أخبارها إلى الأرض .

* * *

اجتازت أول إذاعات ماركونى المحيط الأطلسى عام ١٩٠١ . ولقد استعملنا الراديو فى الاتصال بالكواكب المختلفة ، فنحن نسمع موجات راديو طبيعية تصلنا من كواسارات Quasars تبعد ٨ – ١٠ بلايين سنة ضوئية ، بل وبعض الأشعة المتبقية من الانفجار الكبير The big bang .

ولقد أطلقت مراكب فضائية لدراسة ٧٠ عالم آخر وللهبوط على ثلاثة منهم،

ووصل ١٢ إنساناً إلى القمر ، وأحضروا معهم عند العودة أكثر من ١٠٠ كيلو جرام من صخوره . وأثبتت الروبوتات Robots أن درجة الحرارة على سطح الزهرة Venus تصل إلى ٧٠٠ فهرنهايت (٣٧١ درجة مئوية) ، وأن درجة الحرارة على الكوكب المريخ Mars من ٤ ملايين سنة ، كانت تعادل درجة حرارة الجو على الأرض الآن .

١٠ - التقويم الكونى

(The Cosmic Calendar)

« ماذا ترى أنت غير الظلام فى هوة الزمان » .

(وليم شكسبير « الزوبعة »)

قصير جداً عمر الجنس البشرى على كوكب الأرض بالنسبة لعمر الكواكب . ولقد سبقتنا فى هذا الكون أحداث ضخمة ؛ لابد أن نعرفها لنفهم المزيد عن أنفسنا . ويمكننا تعرف ما سبق تكوين الأرض من تاريخ .

ولعل أسهل طريقة لتفهم هذا التاريخ الشديد القدم ، هو تحويل الفترة التى مرت منذ ما يطلق عليه اسم الانفجار العظيم The Big Bang (وهو أول ما نستطيع الوصول إليه بصورة شبه مؤكدة من عمر الكون) إلى الآن إلى سنة واحدة . وفى هذه السنة تصبح كل بليون سنة تعادل ٢٤ يوماً من أيامنا ، وتصبح كل ٤٧٥ سنة حوالى ثانية واحدة .

وفى الجداول الموجودة على هذه الصفحات سوف ترى بيانا لهذا التاريخ ، وستلاحظ أننا اضطررنا إلى تحديد جدول خاص ، بالدقائق والثوانى ، لتاريخ الجنس البشرى .

١٠ - التقويم الكونى

Cosmic Calendar

(١) ما قبل ديسمبر

* الانفجار العظيم The Big Bang	أول يناير
* ظهور مجرة درب اللّبانة Milky Way Galaxy	أول مايو
* ظهور الشمس وكواكبها	٩ سبتمبر
* ظهور كوكب الأرض	١٤ سبتمبر
* بدء مظاهر الحياة على الأرض	حوالى ٢٥ سبتمبر
* تاريخ أقدم الحفريات - بكتريا - طحالب زرقاء خضراء Bacteria and Blue-Green Algae	٩ أكتوبر
* بدء التكاثر الجنسى فى الأحياء البسيطة	حوالى أول نوفمبر
* أول حفريات لنباتات تستعمل طاقة الشمس	١٢ نوفمبر
* ظهور أحياء لخلاياها نواة Eukaryotes	١٥ نوفمبر

(٢) شهر ديسمبر (بالأيام)

الاثنين أول ديسمبر	ظهور الأكسيجين فى الجو
الثلاثاء ١٦ ديسمبر	أول الديدان
الأربعاء ١٧ ديسمبر	نهاية عصر ما قبل الكامبرى Pre Cambrian بداية ظهور صخور تحتوى على حفريات واضحة
الخميس ١٨ ديسمبر	ظهور العوالق Plankton وانتشار ثلاثى الفصوص Trilobites
الجمعة ١٩ ديسمبر	العصر الأوردوفى Ordovian وظهور الأسماك والفقريات
السبت ٢٠ ديسمبر	العصر السيلورى Silurian غزو النباتات للأرض
الأحد ٢١ ديسمبر	العصر الديفونى Devonian بدء غزو الحيوانات للأرض وظهور الحشرات
الاثنين ٢٢ ديسمبر	ظهور البرمائيات
الثلاثاء ٢٣ ديسمبر	ظهور الأشجار والزواحف
الأربعاء ٢٤ ديسمبر	أول الديناصورات
الجمعة ٢٦ ديسمبر	العصر الثلاثى Triassic أول الثدييات
السبت ٢٧ ديسمبر	العصر الجوراوى Jurassic أول الطيور
الأحد ٢٨ ديسمبر	العصر الطباشيرى Cretaceous اختفاء الديناصورات
الاثنين ٢٩ ديسمبر	إنهاء حقبة الحياة الوسطى Mesozoic era بداية الحقبة الثالثة Tertary period ظهور الثدييات المائية (الحيتان والدرافيل) Cetaceans وظهور الحيوانات الرئيسية Primates .
الثلاثاء ٣٠ ديسمبر	ظهور الفص الأمامى Frontal lobe فى مخ الحيوانات الرئيسية . ظهور أول الهومينيد Hominid
الأربعاء ٣١ ديسمبر	ظهور الإنسان

(٣) يوم ٣١ ديسمبر (بالدقائق والثوانى)

	الساعة مساءا	الدقائق	الثوانى
ظهور الإنسان	١٠	٣٠	
بدء استعمال الآلات الحجرية	١١	٠٠	
إنسان بيكين يروض النار	١١	٤٦	
بداية آخر العصر الجليدى	١١	٥٦	
الإنسان يغزو أستراليا	١١	٥٨	
رسوم المغارات فى أوروبا Cro-Magnon	١١	٥٩	
اختراع الزراعة	١١	٥٩	٢٠
حضارة مصر وسومر	١١	٥٩	٥٠
قوانين حمورابى – المملكة الوسطى فى مصر	١١	٥٩	٥٢
اختراع البوصلة	١١	٥٩	٥٣
مملكة الآشوريين – مملكة إسرائيل	١١	٥٩	٥٤
ظهور الهندسة الإقليدية – ظهور فيزياء أرشميدس– ظهور الإمبراطورية الرومانية – ميلاد المسيح	١١	٥٩	٥٦
اختراع الصفر فى الهند – سقوط الإمبراطورية الرومانية – الغزوات الإسلامية	١١	٥٩	٥٧
ظهور العلم التجريبى	١١	٥٩	٥٩

١١ - المخ والجينات

(Genes and Brain)

« يمتلك الإنسان أكبر مخ بالنسبة لجسده في المملكة الحيوانية » .

(أرسطو - أجزاء الإنسان)

يطلق على الفروع الرئيسية للكائنات الحية اسم « أصناف » Taxa ، وعلى العلم القائم عليها اسم « تصنيف » Taxonomy . ونحن نصنف الأحياء إلى نباتات ، وحيوانات ، وإلى أحياء ليس لها نواة مثل البكتريا والطحالب الزرقاء / الخضراء ، وأخرى لها نواة واضحة مثل الأميبا والإنسان .

ولكن كل الأحياء ، سواء أكانت لها أم لم تكن لها نواة ، وسواء أكانت نباتات أم حيوانات ، كل الأحياء على سطح الأرض لها « كروموسومات » تحتوى على مادة وراثية تنتقل من جيل إلى آخر . وتتكون هذه المادة الوراثية - في كافة الأحياء - من مادة تسمى الحمض النووى Nucleic acid . وبإستثناءات ضئيلة الأهمية ، فإن المادة الوراثية الموجودة في هذه الكائنات تتكون من جزيئات ، تدعى د. ن. ا. D.NA ، وهو اختصار لتركيبها الكيميائى Desoxy ribo Nucleic Acid .

ويعرف الـ « نوع » Species من الحيوانات بأنه مجموعة تتزاوج وتنتج نسلاً يمكنه التناسل ؛ فالحمار والحصان يمكنهما التزاوج ، ولكنهما ينتجان « البغال » ، وهي غير قادرة على التناسل ، ولذلك فهما ليسا من نوع واحد .

والجنس البشرى كله من نوع واحد ، ويدعى هذا الجنس Homo sapiens أو الإنسان العاقل ، وإن شئت الدقة فهو يسمى Homo sapiens, sapiens لتمييزه عن Homo sapiens, neanderthalis ولكن هذه قضية جانبية . ولقد سبقنا في الوجود على هذا الكوكب نوع آخر ، يسمى Homo erectus أو الإنسان الواقف .

* * *

نستطيع الحكم على رقى كائن ما بالنظر فيما يملكه من مقدرات . ولكننا نستطيع أيضا الحكم بطريقة أكثر دقة بمعرفة كمية « المعلومات » الموجودة في مادته الوراثية .

يتكون الكروموسوم الإنسانى من جزىء طويل جدا من الـ د. ن. ا. ملفوف على شكل حلقات ، حتى يمكن احتواؤه في مكان ضيق . ويتكون هذا الجزىء الطويل من وحدات على كل منها واحدة من أربع وحدات نيتروجينية قاعدية، هي : أدينين Adenine ، جوانين Guanine ، ثايمين Thymine وسايتوزين Cytosine. ويتكون من اختلاف تتابع هذه الجزيئات المعلومات اللازمة للوراثة . ولذا ، فيمكننا أن نقول إن كتاب الحياة مكتوب بلغة تتكون من أربعة حروف .

ولكن كتاب الحياة شديد الثراء : إن الـ د. ن. ا ، الموجود بالكروموسومات البشرية يحتوى على ٥ بلايين (٥ × ١٠^٩) زوج من النيوكلوتيدات .

وتكتب تعليمات الوراثة فى كافة الكائنات الحية بلغة واحدة ، فالشجرة تستطيع أن تقرأ الشريط الوراثى الخاص بالإنسان .

* * *

وقبل أن نتقدم خطوة جديدة ، اسمحوا لى أن أقدم لكم « المعلومة » . و «المعلومة» هنا ليست ما تتناقله المذيعات والمذيعون فى البرامج الإعلامية السطحية على أنها إضافات للثقافة ، « المعلومة » هنا يقصد بها شىء آخر .

إن شريط « المورس » Morse الذى يسجل فى مكاتب التلغراف ينقل «المعلومة» بلغة خاصة تتكون من نقاط وشرط ، أى إنها لغة تتكون من حرفين ، ومن تتابع هذه النقاط والشرط يمكن نقل أى رسالة .

وتتكون لغة الكمبيوتر أيضاً من حرفين : « إغلاق » أو « فتح » . ويطلق على كل « معلومة » اسم بت Bit ، وهو اختصار لكلمات Binary Digit . تحتوى نظمنا الحسابية على وحدات ، تحتوى كل منها على ١٠ أرقام . ونحن نفعل ذلك لأن لنا عشرة أصابع . أما لغة الكمبيوتر فتحتوى على نظام ثنائى « ٠ - ١ » ، أو « نعم - لا » ، أو « إغلاق - فتح » .

نستطيع تصور هذه اللغة إذا تصورنا اللغة التى يلعبها المثقفون أحياناً ، ويطلق عليها اسم « ٢٠ سؤال » . الغرض من هذه اللعبة هى أن يوجه المتسابق أسئلة يجاب عنها فقط بنعم أو لا ، وعليه أن يعرف المجهول فى أقل من ٢٠ سؤالاً .

فلنتصور أن المجهول « الكلب » ، فيمكن أن تسير الأسئلة كالآتى :

١ - هل هو جماد — لا

٢ - هل هو حيوان — نعم

٣ - هل هو من الحيوانات اللافقرية — لا

(لابد إذاً أنه من الحيوانات الفقرية)

٤ - هل يعيش فى الماء — لا

٥ - هل هو آكل لحوم — نعم

٦ - هل هو حيوان منقرض — لا

(هو إذاً حيوان معاصر)

٧ – هل يمكن استئناسه نعم

٨ – هل هو من عائلة السنور Felis لا

٩ – هل هو من عائلة الكلاب Feline نعم

إذًا هو الكلب .

هكذا نكون قد تمكننا من تحديد المجهول بتسعة أسئلة .

ولنأخذ مثلا آخر .

تحتوى اللغات البشرية عادة على ٢٠ إلى ٤٠ حرفًا ، يزيد عنها من ١٠ إلى ٢٠ من الأرقام ، وعلامات التعجب والاستفهام إلخ . ويمكن للكمبيوتر تحديد أى من هذه العلامات أيضًا بمجموعة من الأسئلة يجاب عنها بنعم (٠) أو لا (١) .

ولنفترض أننا نريد أن نعبر عن الحرف « ز » (زين) ، فتسير الأسئلة كالآتى :

١ – هل هو حرف نعم ٠

(إذًا ليس علامة أو رقم)

٢ – هل هو فى أول ١٥ حرفًا نعم ٠

٣ – هل هو فى أول ٨ أحرف لا ١

– هل هو فى أول ٣ حروف من المجموعة الباقية نعم ٠

٥ – هل هو أول حرف فيها لا ١

٦ – هل هو « ر » (الراء) لا ١

إذًا هو حرف « ز » (زين) .

وعلى هذا فإن رمز حرف « الزين » فى هذه المجموعة الثانية من الأسئلة هو ٠٠١٠١١ .

وعلى هذا فإن ستة أسئلة قادرة على أن تجيد أى حرف من الحروف اللغوية ، أو أى رقم أو رمز .

* * *

إن العشرين بليون بت التى تحتويها الكروموسوم تعادل تقريبا ٣ بلايين حرف (باعتبار إمكانية الوصول إلى حرف بعد ٦ بت) ، ولما كانت الكلمة قد تحتوى فى المتوسط على حوالى ٥ حروف ، فإن عدد الكلمات فى كتاب الحياة تساوى تقريباً ستمائة مليون كلمة ، أى ما يعادل تقريباً مليونى صفحة . وهكذا فإن

المعلومات الموجودة على شريط الـ د. ن. ا. تساوى حوالى خمسة آلاف نسخة من كتاب متوسط الحجم ، يحتوى على كل منه على ٤٠٠ صفحة .

* * *

هذه هى كتب الحياة الموروثة عند الإنسان . أما عند الكائنات البسيطة ، فالعدد أقل ؛ إذ تحتوى البكتريا على حوالى 10^6 من وحدات المعلومات (بت) .

ولكن ، رغم أن المعطيات الوراثية للإنسان عن المعلومات تعادل بعض عشرات من البلايين ، فإن احتياجاته للبقاء أكبر من ذلك بكثير . وهنا يتدخل نوع آخر من المعلومات هو « المعلومات الخارجية » ، وتوجد هذه المعلومات الخارجية فى المخ فقط فى كافة الحيوانات الراقية إلا فى الإنسان، فهى عنده توجد أيضاً فى مصادر أخرى ، ممكن أن نطلق عليها اسم « معلومات خارجة عن الجسد » Extra somatic Information ، مثل المكتبات والأسطوانات المضغوطة .

* * *

ما هى سعة المخ من المعلومات ؟

دعنا نتخلص أولا من فكرة ارتباط الذكاء بحجم المخ . صحيح أن أمخاخ أوليفر كرومويل Oliver Cromwell ، وإيفان تورجينيف Ivan Turgenev ، ولورد بايرون Lord Byron كانت كبيرة ، لكنهم جميعا لايقاربون ذكاء أينشتين ، الذى كان مخه ذا حجم طبيعى . ولقد كان وزن مخ لورد بايرون ٢٢٠٠ جرام ، فى حين كان وزن مخ أناتول فرانس Anatole France ١١٠٠ جرام . ومع أن مخ المرأة أصغر فى المتوسط بحوالى ١٥٠ جرام ، إلا أن كل الأدلة تدل على أنها لا تقل ذكاءً عن الرجل.

وتسمى وحدة العمل فى المخ « عصبون » Neuron ، وهو عبارة عن خلية لها امتدادات عديدة تتصل بالخلايا الأخرى . ويحتوى مخ الإنسان ، (إذا تجاهلنا المخيخ Cerebellum) ، على حوالى ١٠ بلايين عصبون (10^{10}) .

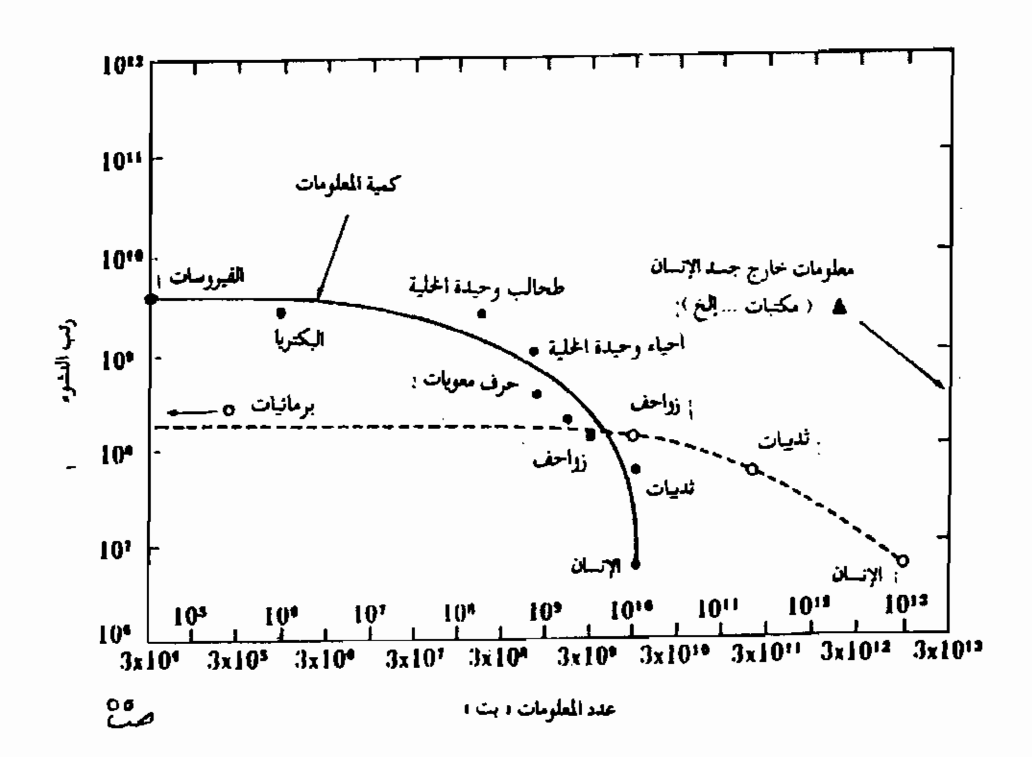
ويحمل العصبون (كما اكتشف لويجى جالفانى Luigi Galvani) تياراً كهربائياً يمكنه دفع عضلة للانقباض . ويتصل كل عصبون بما يتراوح بين ١٠٠٠ و ١٠,٠٠٠ من الخلايا المجاورة التى يستطيع بإفرازات كيميائية أن ينشطها. وهكذا ، وبحسبة بسيطة ، يمكن اكتشاف أن المخ يستطيع بتنشيط أو إيقاف اتصالات عصبوناته ، أن يتحكم فى ١٠ تريليون معلومة (10^{13}) . فإذا أضفنا إلى هذا الكم الضخم من المعلومات مخزناً آخر ، يتكون من المكتبات وشرائط الفيديو وديسكات

الكمبيوتر ... إلخ ، بما أطلقنا عليه اسم « المعلومات خارجة عن الجسد » لعرفنا الكم الضخم من المعلومات ، التى يتفوق بها الإنسان على غيره من الأحياء .

بتجربة رائدة وعلى الفئران ، درس روزينويج Rosenweig من جامعة بيركلى بكاليفورنيا مخ مجموعتين من الفئران . عاشت : إحدى المجموعتين فى بيئة مملة متكررة فقيرة فى المثيرات ، وعاشت المجموعة الثانية فى بيئة نشطة متغيرة مثيرة . فى نهاية التجربة اتضح أن حجم القشرة المخية فى المجموعة الثانية ، قد أصبح أكبر بكثير من حجم القشرة المخية فى المجموعة الأولى .

ويعنى هذا أن « التعلم » يصحبه ازدياد فى عدد العصبونات النشطة .

تطور المحتويات من المعلومات فى الچينات وفى المخ



* الخط غير المنقطع والدوائر المعلقة تعبر عن العلاقة بين عدد المعلومات فى الچينات وتاريخ نشأة النوع .
* الخط المنقطع والدوائر المفتوحة تعبر عن العلاقة بين عدد المعلومات فى المخ وتاريخ نشأة النوع .
* المثلث المغلق يعبر عن « المعلومات خارج الجسد » مثل المكتبات .... إلخ .

١٢ - مخ بروكا

(Brocca's Brain)

« - كانوا قرودا حتى أمس - أعطهم وقتاً .

* سيبقى القرد قرداً على مدى العصور

-- كلا ، سيختلف الأمر . تعالَ بعد عدة قرون وسترى » .

(حوار فى فيلم عن رواية هـ. ج. ويلز ١٩٣٦)

الرجل الذي يصنع المعجزات :

ينشغل كارل ساجان فى كل كتبه بالعقل الإنسانى ، فيقول فى أحد هذه الكتب :

« إن المدة العادية لظهور نوع متقدم من الأحياء عن نوع آخر ، تتطلب مئات الألوف من السنين . ولكننا لا نملك الآن أن ننتظر ملايين السنين للتقدم المقبل. فنحن نعيش فى عالم يتغير يوماً بعد يوم بسرعة فائقة ، ويجب علينا أن نتكيف لهذه التغييرات ، وإلا سننقرض ، ولا وسيلة لذلك إلا بالعلم والتعليم ؛ فالذكاء البشرى هو حل ما يحل بنا من مشاكل . وعلى هذا فينبغى علينا أن نتعرف طبيعة هذا الذكاء . ينبغى علينا أن نعرف كل ما يمكن معرفته عن المخ » .

* * *

كان كارل ساجان فى زيارة لمتحف الإنسان فى باريس Musee de l'Homme. وكان هذا المتحف مثيلا لغيره من المتاحف . كان ساجان يزور المتحف للحوار مع مديره حول مجموعة الهومينيد Hominids ، ومنها الجنس البشرى Homo sapiens ممن وجدت حفرياتهم حول بحيرة تركانا فى كينيا وفى تنزانيا وفى أثيوبيا .

لمثل هذه المؤسسات وجه عام ووجه خاص . يعرض الوجه العام معروضات الأنثروبولوجيا والثقافات المختلفة والأجناس المتباينة والأزياء والآلات البدائية ، وما عدا ذلك مما يتعلق بالإنسان . أما الوجه الخاص فيوجد فى ممرات وقاعات مظلمة متربة ، ينتشر فيها أناس يقومون بواجبات مختلفة : منها مثلاً إعداد المواد للعرض ، ومنها تخزين وتسجيل عينات المعرض ، ومنها كذلك إجراء البحوث والدراسات .

إلى جانب هؤلاء الناس ، توجد كمية ضخمة من المواد التى لا تعرض لأنها لا تهم الجمهور : أدوات أكل من العصر الحجرى ، أدراج مليئة بعظام الفخذ Femurs لأجداد مختلفين للجنس البشرى ، مئات من الجماجم المختلفة ، طبول وآلات موسيقية متعددة ، أدراج مليئة بأسنان وضروس لأجدادنا .

وبين الحين والحين يواجه الزائر علماء مشغولين بالبحث العلمى . وتوحى طبيعة البحوث فى هذه المجالات (الأنثروبولوجيا) بأجواء العلم فى القرن التاسع عشر ،

إلى جانب ما ينيف عن ٤٠٠ ورقة علمية وإلى جانب برنامج كوزموس ، كتب ساجان عديداً من الكتب ، منها :

* أجواء المريخ والزهراء ١٩٦١ The Atmosphere Mars and Venus.
* تنينات عدن ١٩٧٧ The Dragons of Eden. Speculations on the Evolution of Human Intelligence.
* مخ بروكا ١٩٧٩ Brocca's Brain : Reflections on the Romance of Science.
* الاتصال (رواية) ١٩٨٥ Contact.
* الشتاء النووى ١٩٨٥ Nuclear Winter.
* عالم تحكمه العفاريت ١٩٩٦ A Demon Haunted World : Science as a Candle in the Dark .
* بلايين وبلايين ١٩٩٧ (نشر بعد وفاته) Billions and Billions; Thoughts of Life and Death at the Brink of the Millennium.

ولقد كتب عديد من النقاد مقالات تلو مقالات ، مدحا فى كتبه وفى أسلوبه فى تبسيط العلم وفى حبه لموضوعه . ووصفه الناقد المشهور إيزاك أسيموف Isaac Asimov بأن له لمسة ميداس Touch of Midas (اللمسة التى تحول كل شيء إلى ذهب) ولعل أجمل ما قيل عنه هو قول أحد النقاد « إنه عالم من نوع خاص. فهو المدرس الذى تتمنى لو كان مدرسك » وقول آخر « إنه يكتب الكتب التى تتمنى لو كان فى مقدورك أن تكتبها » وقول ثالث « ليس جميع المفكرين العظام علماء ، وليس جميع العلماء العظام مفكرين . ولكن ساجان مفكر عظيم وعالم عظيم » .

حصد ساجان عديداً مـن الجـوائز : حصـل برنامج كوزموس على جوائز أفضل « البرامج التلفزيونية » ، وأفضل « برامج علمية » ، وأفضل « سيناريو » . وحصل على جائزة بوليتزر المهمة فى الأدب عن كتابه « تنينات عدن » .

ولكن ، رغم علمه الغزير وسعة أفقه وعمق فكره ، فإن أهم ما فى ساجان هو عشقه الشديد للإنسان وللحياة ، هذا العشق الذى بلغ ذروته فى كتاباته على سرير المرض الأخير ، والذى يظهر فى محاربته التى لا تهدأ من أجل الحفاظ على البيئة ، وكراهيته الشديدة للعنصرية وللحرب وللدكتاتورية وللظلم . وهجومه الشديد على

ولكن اسم بروكا يرتبط عندنا أكثر بمنطقة فى الفص الأمامى الأيسر Left frontal lobe من القشرة المخية . وهى المنطقة المعروفة الآن لطلبة الطلب باسمه : منطقة بروكا Broca's area ، ولقد أثبت بروكا أن الكلام تتحكم فيه بدرجة كبيرة « منطقة بروكا » .

وكان هذا أول فصل وظيفى بين شطر المخ الأيمن والشطر الأيسر ، ولكن ، وهذا أهم بكثير ، كان هذا أول إثبات لعلاقة محدد بين مناطق معينة فى المخ ووظائف معينة له .

* * *

يصنع العالم رالف هولوواى Ralph Holloway نماذج من المطاط ، تتخذ من سطح الجماجم الداخل قالباً لها . وعلى هذا ، فإن سطح هذه النماذج يشبه سطح المخ السابق وجوده فى الجمجمة . اكتشف هولوواى أن منطقة بروكا يصحبها بروز خفيف فى المخ ، وأن هذا البروز يظهر فى الجمجمة ، وعلى هذا فإن نماذجه يمكن أن توضح وجود أو غياب منطقة بروكا .

منذ حوالى مليونى عام ، ظهر فى أفريقيا أحد أفراد عائلة الهومينيد الأول ، ويدعى هومو هابيليس Homo Habilis ، كان الهومو هابيليس غير قادر على الكلام ، ولكنه كان قادراً على صناعة الآلات الحجرية (قادر على استعمال يديه = Habile) .

وكان الاكتشاف العظيم لهولوواى هو وجود منطقة بروكا فى جماجم الهومو هابيليس وهكذا فيمكننا أن نتصور أن العمل اليدوى والفكر الإنسانى والكلام قد تقدموا معاً ، خطوة بخطوة فى تاريخ الجنس البشرى .

* * *

يقول ساجان « كثيرا ما فكرت ، هل يا ترى ما زالت أفكار بروكا مخزونة فى هذه الكتلة الرمادية التى أحملها بين يدى ؟! » .

* * *

كان الباحثون فى مجال التشريح يرشون ويسرقون للحصول على جثث لتشريحها فى أوروبا ، ولكن أول من تمكن من تحديد العلاقة بين التفكير والمخ كان هيروفيليس (٣٠٠ ق.م.) من مكتبة الإسكندرية ، الذى أثبت أن المخ وليس القلب أو الكبد ، هو مصدر المشاعر والتفكير ، والذى ميز بين الأعصاب الخاصة بالحركة Motor والأخرى الخاصة بالإحساس Sensory ، والذى ما زالت دراساته عن المخ تدرس حتى الآن لطلبة الطب بأسمائها التى وصفها ، ومنها جزء فى المخيخ

أطلق عليه اسم Calamus scriptorius (قلم الكتابة) ، وأطلق اسمه على مكان في الجزء الخلفى من الجمجمة ، ويدعى Torcular Herophilis . ومن شبه المؤكد أنه رغم عمله فى مصر واعتماده على خبرة صناعة التحنيط ، فلابد أنه حورب إلى حد ما فى دراساته ؛ فهناك فى البشرية خوف مستمر من أنه هناك أشياء ليس لنا الحق فى معرفتها ، وأن هناك أسئلة من الخطر الاقتراب منها .

إن كل معرفة تحمل معها كمية من المخاطر ولكن ، ليست هناك وسيلة للتعامل مع الكون دون محاولة تفهمه . وذلك بالحوار المستمر المفتوح عن النتائج المحتملة وتفادى أخطائها وجنى ثمارها .

العالمية الأولى ٤٠ مليون ، وعدد قتلى الحرب العالمية الثانية ٦٠ مليون . وتحتوى السنة على ٣١,٧ مليون ثانية . وفى نهاية عام ١٩٨٠ بلغت ترسانات القنابل النووية حجماً يكفى لفناء مليون هيروشيما .

وظل رقم مليون لفترة طويلة هو المعبر عن قمة الأرقام الكبيرة .

* * *

ولكن الزمن قد تغير ...

لقد أصبح العالم الآن يتحدث عن « البلايين » ؛ فقد ثبت أن عمر الأرض ٤,٦ بليون سنة ، وبلغ سكان الأرض ٦ بلايين نسمة ، وتقطع الأرض فى دوراتها حول الشمس مسافة بليون كيلو متر كل يوم .

ولايترك ساجان الفرصة تمر دون أن يذكرنا بسفاهة حكام الولايات المتحدة فيقول « إن تكلفة قاذفات القنابل ب ٢ (B2) تبلغ بليون دولار . وإن ميزانية الحرب فى أمريكا (إذا أخذنا ما يصرف على الآلة الحربية تحت أسماء أخرى) تبلغ ما يزيد عن ٣٠٠ بليون دولار فى السنة .

* * *

وتذكر هذه البلايين ساجان بدعابة :

فبعد أن ذكر أحد المحاضرين أن الشمس ستختفى بعد خمسة بلايين عام ، وقف أحد المحاضرين ، وسأل المحاضر :

« تسمح لى يا دكتور : هل قلت إن الشمس ستختفى بعد خمسة بلايين عاما ؟ »

فرد المحاضر قائلا : « تقريباً » .

فقال السائل « الحمد لله . للحظة ظننت أنك قلت خمسة ملايين » .

* * *

حتى البلايين قد أوشكت أن تتحول إلى وحدات قديمة ؛ فقد دخل إلينا «التريليون» .

تبلغ مصاريف الحرب فى العالم حوالى « تريليون » دولار كل عام . وتبلغ مديونية الدول الفقيرة للبنوك الغربية حوالى ٢ تريليون دولار (وكانت ٦٠ مليون عام ١٩٦٠) ، وكانت تكلفة مشروع ريجان لحرب الكواكب ستبلغ حوالى ٢,١ تريليون دولار .

* * *

تستهدف الشفاء من مرض خطير ، ونتجت عنها تغييرات أقل خطورة . ومن أشهر هذه العمليات هى الجراحات الخاصة بمرض الصرع Epilepsy ؛ إذ قد يصل المرض إلى درجة تصبح فيها الحياة شبه مستحيلة . ويمكن أحيانا فى هذه الأحوال شفاء المريض بعزل جزء من المخ أو استئصاله جراحيا . ولكن هذا العزل أو الاستئصال يتسبب بالطبع فى تغيرات ذهنية معينة ، يمكن بدراستها تحديد مواقع تشريحية معينة لوظائف ذهنية معينة ، ولعل أشهر مثال لهذا هو قطع « الجسم الثفنى Corpus callossum » ، وهو النسيج الذى يصل بين شقى القشرة المخية .

وقد أدت دراسة نتائج هذه الجراحة إلى كنز من المعلومات عن اختلافات واتفاقات فى الوظائف بين شقى المخ .

ثالثًا : بالدراسات وباستعمال التكنولوجيات الحديثة فى دراسة الأنسجة الداخلية مثل استعمال الرنين المغناطيسى Magnetic resonance أو تتبع إشعاعات مواد مشعة آمنة ، أو باستعمال الأشعة المقطعية . ودون الدخول فى تفاصيل هذه التكنولوجيات ، فإنه أصبح من الممكن :

أ - دراسة نشاط مناطق معينة من المخ عند أداء وظيفة ذهنية معينة ، مثل قراءة فعل أو ربط اسم ما بفعل ما ، وتسجيل مراكز النشاط أثناء هذه العمليات الذهنية ، التى تظهر فى بعضها على شكل ألوان على خريطة ، وتمثل الألوان مدى حدة النشاط .

ب - دراسة غياب أو ضعف بعض هذه المراكز فى أحوال مرضية معينة . وقد أوضحت مثل هذه الدراسات غياب أو ضعف مناطق معينة فى أسر مرضى المدمنين ؛ مما قد يساعد فى المستقبل على تحديد المعرضين لخطورة الإدمان وحمايتهم منه .

رابعًا : أمكن بتقدم علم العقاقير Pharmacology تحديد بعض الأدوية ، التى يمكنها شفاء أو على الأقل الحد من خطورة بعض الأمراض . ولقد أدى اكتشاف عقاقير الاكتئاب إلى تعرف طبيعته الكيميائية ، والكشف عن نقص فى إفراز بعض المواد التى تساعد هذه العقاقير على تعويضها .

* * *

بكل هذه الأساليب دخل علم الأمراض النفسية Psychiatry مجالاً جديداً ، واقترب خطوة أخرى من أسس المنهج العلمى فى العلوم الطبيعية .

* * *

ولقد ازدادت بفضل هذه المعلومات المعرفة البشرية والتطبيقات العلاجية زيادة

كبيرة . وفوجئ الدارسون بمفاجآت ضخمة ، ولن نستطيع هنا بالطبع أن نرصد الآلاف من النتائج ، ولكن يكفى أن نذكر بعض الأمثلة :

* أمكن بدراسات قطع الاتصال بين شقى المخ إثبات أنه بالإضافة إلى معرفتنا بالاختلاف الأساسى بين شطرى القشرة المخية بوجود مراكز الكلام (منطقة بروكا) فى النصف الأيسر من المخ عادة ، فإن للشطر الأيمن من المخ وظائف تختلف على الشطر الأيسر . لعل أشهرها فيما يتعلق بالموسيقى ، فإن الشطر الأيسر يقوم بالنقد والتحليل للعمل الموسيقى ، بينما يقوم الشطر الأيمن بالنظر إلى العمل ككل ومقارنته بالخبرات السابقة .

كذلك أمكن إثبات أن مراكز استيعاب الرؤية توجد فى الفص الخلفى Occipital lobe ، وأنه توجد فى هذه المراكز مواقع لاستيعاب الخطوط الرأسية ، وأخرى لاستيعاب الخطوط الأفقية ، وثالثة لاستيعاب الخطوط المائلة . كما أنه توجد مراكز لرؤية الزوايا الحادة وأخرى لرؤية الزاوية المنفرجة . كما توجد مناطق أيضاً لتحديد الوجه البشرى والتعرف عليه .

* كذلك أمكن اكتشاف وجود مراكز مختلفة للقراءة والكتابة والكلام ، إذ قد يصاب الإنسان بما يمنعه عن الكلام Aphasia مع المقدرة على القراءة والكتابة، وقد يحدث العكس فيصاب بفقدان القدرة على القراءة Alexia ، مع القدرة على الكلام ، بل ووجود مراكز مختلفة للأسماء والأفعال .

كما أمكن اكتشاف مركز للذة ، تتحكم فيه أحيانا المخدرات ، كما « تشبعه » عمليات الأكل والشرب والجنس .

* * *

من مثل هذه الدراسات ، ومن دراسات مقارنة على مخ القرود والقطط والزواحف ، تمكن العلماء من تكوين صورة عامة عن أهم خواص المخ البشرى .

* * *

يعود الفضل الأكبر فى تكوين هذه الصورة إلى بول ماكلين Paul Maclean ، رئيس معمل تطوير المخ والسلوكيات فى المؤسسة القومية للصحة النفسية فى أمريكا Laboratory of Brain Evolution and Behaviour - National Institute of Mental Health.

وصف ماكلين المخ فى كتاباته بأنه « ثالوثى Triunic » التكوين ، ويقول فى هذا المجال : « إننا ننظر إلى أنفسنا وإلى العالم ، من خلال ثلاث عقليات مختلفة

كل الاختلاف » . ومن بين هذه العقليات الثلاث .. فإن إحداها فقط هى القادرة على التفاهم باللغة !!!

* * *

إن أقدم جزء فى المخ يقع فى قمة النخاع الشوكى Spinal cord ، ويتكون من النخاع المستطيل Medulla oblongata والقنطرة Pons ، ويطلق ماكلين على هذا الجزء اسم الشاسيه العصبى The neural chassis .

يتحكم هذا الجزء فى أساسيات عمليات التناسل وحفظ الذات وضبط نبضات القلب والدورة الدموية والتنفس .

ويكاد هذا الجزء أن يكون هو كل ما تملكه الأسماك والبرمائيات من مخ .

* * *

فى الحيوانات الأرقى ، يميز ماكلين ثلاثة أنواع من القادة لهذا الشاسيه : أقدم هؤلاء القادة يوجد فيما يطلق عليه اسم المخ الأوسط Midbrain (ويتكون هذا الجزء تشريحياً من ثلاثة أجزاء : الكرة الشاحبة Globus pallidus ، المخطط الشمى Olfactory striatum ، الجسم المخطط Corpus striatum) . ونحن البشر نشترك مع باقى الثدييات ومع الزواحف فى وجود هذا الجزء من المخ . ولقد ظهر هذا الجزء اسم R complex (لأن R = Reptiles) ، وسنعرب نحن هذا الاسم إلى « مجمع الزواحف » .

يحيط بمجمع الزواحف جزء من المخ أ يطلق عليه ماكلين اسم Limbic system ، ويطلق عليه هذا الاسم لأن كلمة Limb تعنى « الحافة » (ويطلق فى اللغة الإنجليزية اسم Limbs على الأيدى والأرجل ؛ لأنها خارجة عن حدود الجسم – أطراف) وعلى هذا فسنطلق على هذا الجزء اسم « النظام الحافى » .

ويشترك الإنسان مع باقى الثدييات فى وجود النظام الحافى . ولكن هذا الجهاز غير موجود إلا بصورة ضئيلة جدا فى الزواحف ، ولقد ظهر هذا الجزء مَن المخ منذ ما يقرب من مائة مليون سنة .

ثم يأتى فوق ذلك كله آخر ما تطور فى المخ ، وهو القشرة المخية Neocortex . ومثل باقى الحيوانات الرئيسية Primates يتمتع الإنسان بقشرة مخية ضخمة ، بل هى أضخم بكثير من مثيلتها فى باقى الحيوانات الرئيسية ، ولا يماثلها فى الحجم إلا مثيلتها فى الحيتان والدرافيل ، مما يجعل الإنسان والحيتان والدرافيل أصحاب أكبر قشرة مخية بين الأحياء .

ولقد ظهرت القشرة المخية فى المملكة الحيوانية ، منذ بضع عشرات من ملايين السنين ، ولكنها نمت نمواً هائلاً خلال الخمس ملايين سنة الأخيرة .

* * *

من شبه المستحيل أن يتم التطور بإلغاء أو بتعديل جذرى فى إحدى الوظائف الأساسية للأعضاء ، فقد تكون النتيجة قاتلة . ولكن من الممكن أن يحدث التغيير بإضافة أجزاء جديدة إلى الأجزاء القديمة .

ونحن نعرف من دراسات عالم التشريح الألمانى إرنست هيكل Ernst Haeckel، الذى عاش فى القرن التاسع عشر أن حياة الجنين فى الرحم تكرر مراحل تطوره (Ontogeny repeats phylogeny) : ففى مراحل نمو الجنين البشرى يبدو أولا مثل سمكة لها فتحات خياشيم – رغم عدم حاجته إليها ، ثم مثل الزواحف . ويحدث الشيء نفسه فى مخ الجنين ، فهو ينمو من الداخل إلى الخارج بداية من الشاسية العصبى (السمك والبرمائيات) ، ثم إلى شبكة مجمع الزواحف ، ثم إلى الجهاز الحافى (الثدييات) ، ثم إلى القشرة المخية (الحيوانات الرئيسية) .

* * *

والآن ، سنلقى نظرة على مخ الإنسان .

* * *

مجمع الزواحف R Complex

لو كان كلام ماكلين صحيحا ، فإنه من المنتظر أن يقوم مجمع الزواحف فى الإنسان بالدور الذى كانت تقوم به فى الديناصورات . نعم ، ليس هناك أدنى شك فى أن نمو أى جزء جديد فى المخ ، لابد أن يصحبه بعض التغيير فى الجزء القديم . وعلاوة على ذلك .. فإن المخ يعمل بأكمله كوحدة كبيرة ، تتعاون فى العمل لما فيه بقاء النوع . ولكننا فى الوقت نفسه ، لابد أن ننتظر بقاء بعض الوظائف الأساسية للأجزاء القديمة ، كما هى .

ولقد أثبت ماكلين أن مجمع الزواحف يلعب دوراً مهمّاً فى السلوك العدوانى ، وفى التحكم الإقليمى Territoriality وفى تحقيق الهيرارقية الاجتماعية . ويقول ساجان أنه يعتقد أن هذه المنطقة هى أساس عمل ، وتفكير الكثير من الأجهزة البيروقراطية .

ويعود ساجان إلى تفاؤله المعهود فيقول : « إذا كان هذا التصرف البيروقراطى محكوماً بمجمع الزواحف ، هل معنى هذا أنه لا أمل فى المستقبل ؟ إن القشرة المخية تكون ٨٥ ٪ من المخ فى الإنسان ، وهذا يوضح أهميتها وقوتها . وعلى هذا يمكنها الحد من سلطة « مجمع الزواحف » .

النظام الطرفى
The Limbic System

يقدم هذا الجهاز إضافة جديدة لعقل الزواحف ، الذى يتميز بغياب العواطف والانفعالات ؛ فهو المسئول عن المشاعر القوية كالحب والغضب ، والود والبغضاء وهو فى هذا يغير السلوك بما يختلف عن عقل الزواحف ، الذى يقوم بما تمليه الحياة ببرودة وبلادة .

فى أعماق النظام الطرفى ترقد الغدة النخامية Pituitary gland ، وهى الغدة التى تلعب دور المايسترو فى تنظيم عديد من الغدد الصماء . وتتلقى هذه الغدة تعليمات من منطقة من المخ ، يسمى « تحت سرير المخ » Hypothalamus ، التى تتلقى معلوماتها بدورها من باقى أجزاء الجسم ؛ فتنظم إفرازات الغدة النخامية ، وتنظم الغدة النخامية إفرازات الهرمونات فى عديد من غدد الجسم ، مثل الغدد فوق الكلى والغدد الجنسية . وتوضح العلاقة بين الغدة النخامية Pituitary gland ، وجوانب من «المزاج» مسئولية النظام الطرفى فى هذا المجال .

ويوجد داخل النظام الطرفى أيضا عضو يسمى « اللوزة المخ Amygdala » ، وهو المسئول عن الغضب العاصف والخوف الشديد ، فإثارة هذا الجزء فى القط يجعله يرتعد خوفًا من فأر صغير ، وتتحول الحيوانات المتوحشة باستئصاله إلى حيوانات مستأنسة هادئة .

وهناك من الأسباب ما يدعو إلى افتراض أن حب الغير Altruistic behavior يبدأ من النظام الطرفى ، وهو خاصية مهمة فى الحيوانات الثديية ، خصوصا المستأنس منها ، مثل الكلاب والجياد .

القشرة المخية
The Neocortex

تتركز « المعرفة » و « الفهم » و « التخطيط » و « العقل الناقد » فى هذه المنطقة ، وتنقسم القشرة المخية إلى أربعة فصوص Lobes رئيسية :

* الفص الجبهى Frontal lobe .
* الفص الجدارى Parietal lobe .
* الفص الصدغى Temporal lobe .
* الفص المؤخرى Occipital lobe .

وتتصل القشرة المخية بعلاقات وثيقة مع باقى أجزاء المخ .

ورغم التداخل الواضح فى الوظائف ، فإن هناك بعض التخصص .

فالفص الجبهى مسئول بشكل عام عن التخطيط وتنظيم خطة العمل ، والفص الجدارى مسئول عن الإحساس بالمكان وتنظيم المعلومات بين أجزاء المخ المختلفة ، والفص الصدغى هو مقر جمع الإحساسات المختلفة ، والفص المؤخرى هو المسئول عن الرؤية ... أهم الحواس عند الحيوانات الرئيسية .

هذه صورة مبسطة لما يمكن أن نطلق عليه اسم الطبيعة البشرية . ومع اعترافنا بأن هذه الطبيعة معقدة جدا ، فإنه من الممكن أن نتصور أن مقر المشاعر الهيرارقية هو فى مجمع الزواحف ، وأننا نشترك فيها مع السحالى والتماسيح والديناصورات ، وأن مقر الحب والعطف هو فى النظام الطرفى ، وأننا نشترك فيها مع غيرنا من الثدييات (ومع بعض الطيور) وأن المنطق العقلانية والتجريد تنبع من القشرة المخية ، وأننا نشترك فيها مع بعض الحيوانات الراقية الرئيسية ، ومع بعض الثدييات البحرية Cetaceans مثل الدرافيل والحيتان .

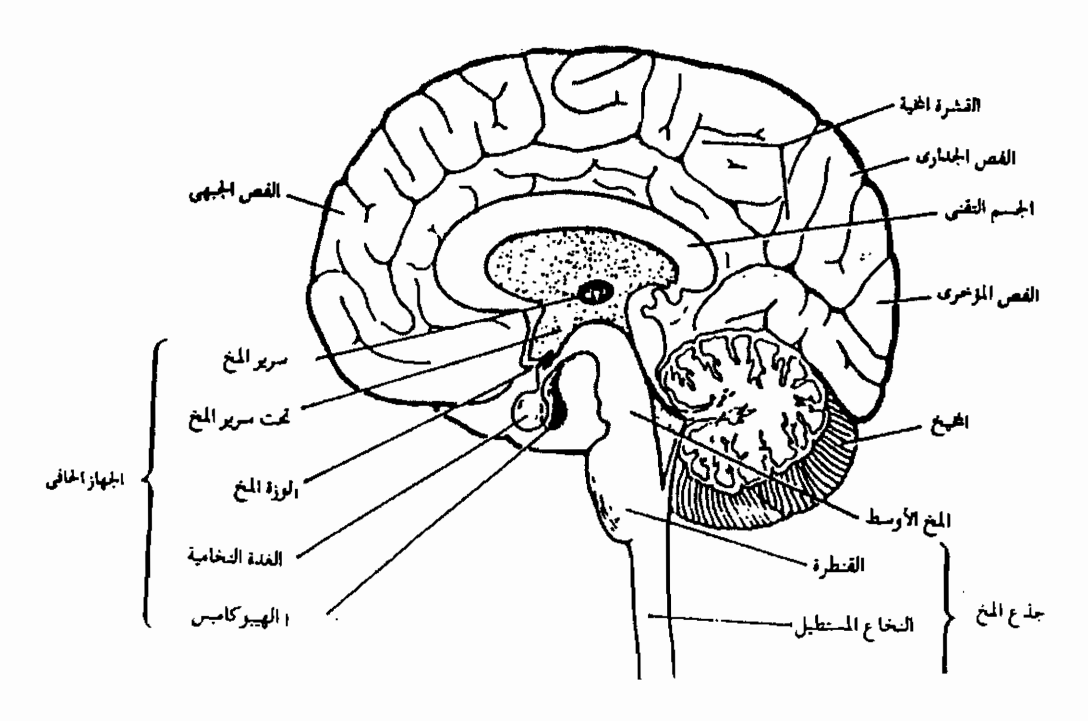
* * *

وهكذا فإن هذا الثالوث Triune المخى يتولى القيادة الأساسية فى السلوكيات المختلفة .

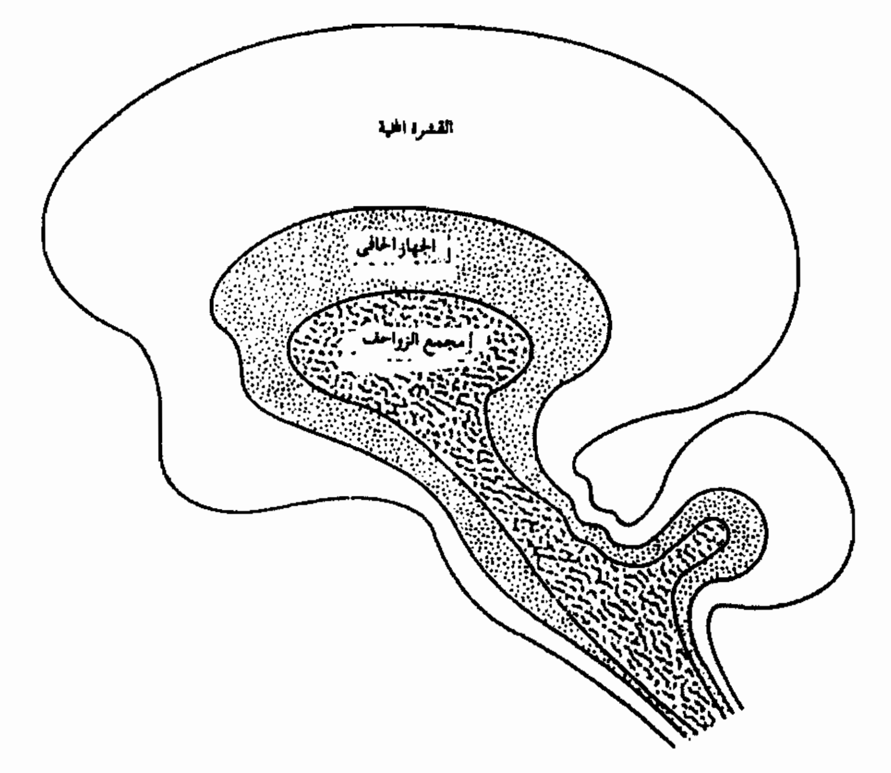
وقد نجد فى دراسات سيجموند فرويد Sigmund Freud شبيها بهذا التقسيم (Id, ego, super ego) ، وفى بعض حوارات أفلاطون (فيدراس Phaedrus) .

كان سقراط يتصور أن النفس البشرية تماثل عربة يجرها حصانان ، أحدهما أسود والآخر أبيض ... وهما يجرانها فى اتجاهين مختلفين .

ولكن فيما يبدو ، فإنها يقودها ثلاث !



قطاع رأسى فى الإنسان



رسم مبسط للمخ كما يتصوره ماكلين

١٤ - في وادي الظلال

(In the Valley of the Shadows)

كان كتاب « بلايين وبلايين Billions and Billions » آخر كتاب يكتبه كارل ساجان . وكان أثناء كتابته يراجع بروفات أروع كتبه « عالم تحكمه العفاريت The Demon Haunted World » . وفى أثناء كتابة الفصول الأخيرة من « بلايين وبلايين » أصيب ساجان بمرضه النهائى ، فأنهى كتابه بفصل رائع عن علاقة الإنسان بالحياة والموت ، ثم أضافت زوجته آن فصلا تحكى فيه قصة علاقتهما ببعض .

ليسمح لى القارئ أن أختصر الفصلين لأبتعد عما هو شخصى ، ولا يهمنا كثيراً ، إلى ما هو إنسانى .. ويهمنا كثيراً .

* * *

كتب ساجان :

رأيت وجه الموت ست مرات ، وحوّل الموت نظره عنى ست مرات .

وسوف يدركنى الموت - كما يدركنا جميعاً - ولكن السؤال المهم هو متى ؟ وكيف ؟

لقد تعلمت الكثير من لقاءات مع الموت ؛ خصوصا عن جمال وحلاوة الحياة .. وعن المشاعر الراقية الثمينة للأصدقاء وللعائلة ، وعن مقدرة الحب على تغيير الإنسان. وفى حقيقة الأمر ، فإن لتجربة الموت قيمة إيجابية بناءة ، ولولا ما تحمله من أخطار ، لنصحت كل فرد بممارستها .

* * *

وددت لو عشت لعمر طويل مع زوجتى « آنى » التى أحبها حبّا جمّا عميقاً . وددت لو عشت حتى أرى أبنائى الصغار ، وقد كبروا ، وأن ألعب دوراً فى نمو فكرهم وشخصياتهم . وددت لو عشت لأرى نهايات التجارب ، التى لم أر نتائجها بعد . وددت لو عشت لأرى كيف سيواجه الجنس البشرى مشاكل التكنولوجيا والبيئة ، وتحرير المرأة ، وتقدم الصين ، وزيارات الفضاء الخارجى . ولعله من الظواهر المهمة أننا فى ضعفنا نستطيع أن ننظر إلى الموت فى عينيه ، وأن نشعر بالامتنان لكل لحظة نعيشها .

* * *

أضع فى حمام منزلى بجوار مرآة الحلاقة كارت (بطاقة) بريد فى إطار .

على الكارت المرسل إلى السيد جيمس دى فى ويلز ، عبارة تقول :

الصديق العزيز ،

هذه سطور لأفيدك بأنى أعيش ، وأنى فى قمة السعادة ، وأن هذه نعمة كبيرة.

صديقك وليم جون روجرز

على ظهر الكارت صورة لسفينة بأربع مداخن تدعى « تايتانيك » ، وعلى الكارت ختم يحمل تاريخاً يسبق غرقها بأيام قلائل ، وعليها ١٥٠٠ راكب منهم السيد وليم جون روجرز .

وهكذا فنحن نعلم أنا وزوجتى كل يوم أن « دوام الحال من المحال » وأن عبارة « السعادة الآتية » قد تعبر عن وهم وقتى .

وهكذا كان حالنا .

* * *

كنا جميعا فى صحة جيدة ، نكتب الكتب ، نشترك فى برامج تليفزيونية ، نساهم فى مشاريع لأفلام سينمائية ، نحاضر .. وكنت أنا لا زلت مشتركا فى أكثر الأبحاث العلمية إثارة .

فى عام ١٩٩٤ لاحظت زوجتى علامة سوداء زرقاء على ذراعى . وبناء على إصرارها ذهبت إلى طبيبى لإجراء بعض التحاليل الروتينية .

جاءنى الطبيب بعد بضعة أيام : لابد أن هناك خطأ ما . نتيجة التحاليل تدل على مرض خطير . أرجو إعادة التحاليل . أعدنا التحاليل .. لم يكن هناك خطأ .

كانت كرات الدم الحمراء التى تحمل الأكسيجين إلى أنسجة الجسم وكرات الدم البيضاء التى تقاوم الأمراض منخفضة إلى درجة رهيبة . وكان التفسير الوحيد هو وجود عيب فى الخلايا الأم التى تنتج هذه الخلايا ، وأكد الأخصائيون التشخيص: لقد كنت مصابا بمرض لم أسمع عنه من قبل ، كان المرض هو موت النخاع المنتج لخلايا الدم Myelodysplasia . وكان الإنذار : إذا لم أفعل شيئا ففرص الحياة تصبح صفراً .. سأموت بعد ستة أشهر .

وكانت فكرة أننى على وشك الموت تمثل دعابة سخيفة .

* * *

كان العلاج الوحيد الذى قد ينقذ حياتى هو نقل النخاع ، وكان على أن أجد متبرعاً ملائماً . وحتى لو وجدته فلابد من استعمال مضادات المناعة لمنع طرد النخاع الجديد ، وهذا فى حد ذاته خطر ؛ لأنه يترك المجال مفتوحاً أمام أى ميكروب ليستشرى فى الجسم .

وكانت أول خطوة هى إيجاد المتبرع . ورحبت شقيقتى الصغرى ، وقالت لى « كبد أو رئة أو حتى قلب ... موافقة » . ولحسن الحظ وجدت أنسجتها متفقة مع أنسجتى . ولكن، رغم هذا العلاج؛ فقد كانت فرصتى للشفاء لا تزيد عن ٣٠ ٪ .

وانتقلت العائلة بأسرها إلى سياتل Seattle حيث يوجد أكبر مراكز علاج مثل هذه الأمراض تقدماً ، وتمتعت بزيارات جميع أفراد العائلة .

كانت هناك لحظات مرعبة . أذكر فى ليلة أننى استيقظت حسب تعليمات الأطباء فى الثانية صباحاً ؛ لأفتح علبة بلاستيك من ١٢ علبة ، تحتوى على أقراص مادة البيسولفان Busulvan . كان مكتوب على العلبة « سام » ! « خطر » ! - وابتلعت ، حسب تعليمات الطبيب ، ٧٢ من هذه الحبوب .

كنت فى حالة سيئة أغلب الوقت ، ولكنها قابلة للتحمل . فقدت كل شعرى مما جعلنى ، خصوصا بعدما فقدته من وزن ، أبدو كالجثة . جاءنى ابنى يوماً ما وقال لى « حلقة شعر جميلة يا والدى » .

بعد انتهاء العلاج ،كانت كل الخلايا البيضاء والحمراء هى خلايا شقيقتى ، وكانت الكروموسومات الموجودة بها هى XX بدلا من XY .

وخرجت من المستشفى إلى عناية زوجتى آنى ، وهكذا ، وللحظة قصيرة ، أنقذنى البحث العلمى الطبى .

* * *

وعادت حياتنا إلى حالتها الطبيعية ، وعدنا إلى منزلنا فى أيثاكا Ithaca فى نيويورك ، وأكملت بعض مشاريعى البحثية ، وأكملت كتابى « عالم تحكمه العفاريت » ، واتفقنا مع مخرج لإخراج فيلم عن رواية كتبتها مع زوجتى . ولكن ، تأتى الرياح بما لا تشتهيه السفن ، فبعد فحص عادى للدم ، أبلغنى الطبيب أن خلايا الدم قد عادت إلى ما كانت عليه .

* * *

إن الجنس البشرى جنس عظيم . هناك أكثر من ٢ مليون متبرع مستعد لنقل النخاع فى أمريكا ، وقد قام الآلاف بالصلاة من أجلى فى صلاة عيد القيامة ، فى كاتدرائية القديس جون فى نيويورك ، وقام رجل دين هندوسى بالصلاة من أجلى وسط جمع كبير من الناس على نهر الجانجز Ganges . وأخبرنى إمام أمريكا الشمالية بأنه صلى من أجلى وسط المصلين من المسلمين . وقد كتب لى عديد من المسيحيين واليهود والمسلمين بأنهم صلوا من أجلى ، وأشعر بجليل الامتنان لكل هؤلاء ، حتى لو لم يتم شفائى .

خــلال عــام بعد كتابتى لهذا الجزء حدث الكثير . عاد المرض وعاد نقل النخاع ، وعادت العناية الفائقة ، وبدأنا نظن أن فـرص النجــاح قـد ازدادت ولكنى لا أستطيع أن أضمن ذلك قبل مرور عامين .

سياتل ، أكتوبر ١٩٩٦ .

* * *

وكتبت زوجة كارل ساجان ، آن درويان ، تقول :

بكل هذا التفاؤل أمام الغموض المحيط بنا ، كتب كارل نهاية هذا الكتاب الجميل Billions and Billions .

بعد أسابيع ، فى أوائل ديسمبر ، كنا نجلس على العشاء ، ونظر كارل إلى أكلته المفضلة ، ولم يستطع أن يقربها .

نظرنا إلى بعض نظرة سريعة ، وبدأت أقدم له تفسيرات متعددة ، فقال لى كارل: « جايز » .

وتداعت الأمور .

وانتهت بعد أسابيع .

كنا أنا وأبناؤه نتناوب الهمس فى إذنه ، ونقول له إننا سنخلد ذكراه . وأنه رجل شجاع عاش معيشة رائعة : « لقد أحسنت وأجدت . بفخر وسعادة ودون خوف نتركك تذهب ، وداعًا إلى الأبد » .

سمير حنا صادق

* أستاذ متفرغ بكلية طب جامعة عين شمس
* الرئيس الأسبق لأقسام الباثولوجيا الإكلينيكية بكلية طب جامعة عين شمس .
* عضو لجنة الثقافة العلمية بالمجلس الأعلى للثقافة .
* فاز كتابه « عصر العلم » بجائزة أحسن كتاب عن العلم ، فى المعرض السنوى ، فى اليوبيل الفضى للهيئة المصرية العامة للكتاب .
* عضو شعبة الخدمات الصحية والسكان بالمجالس القومية المتخصصة .

كتب أخرى للمؤلف

١ - عصر العلم - الهيئة المصرية العامة للكتاب ١٩٩٣ .

٢ - حيق السنين - كتاب الأهالى ، رقم ٥٥ يناير ١٩٦٦ .

٣ - رحلة البيجل - المجلس الأعلى للثقافة ١٩٩٧ .

٤ - العلم فى مكتبة الإسكندرية - الهيئة المصرية العامة للكتاب ١٩٩٨ .

٥ - بين العلم والدجل - مكتبة الأسرة - الهيئة المصرية العامة للكتاب ١٩٩٨ .

٦ - عبق العلم - المجلس الأعلى للثقافة ١٩٩٨ .